
506.982
Ar 3
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
By exchange
1914
Septemb 1899
R.W. Gibson Inv

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA

# ARGENTINA



DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

TOMO LXXVII

Primer semestre de 1914

BUENOS AIRES

IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS

684 — CALLE PERÚ — 684

1914

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

ENERO-FEBRERO 1914. — ENTREGAS I-II. — TOMO LXXVII


ÍNDICE




BUENOS AIRES

IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS

684 — CALLE PERÚ — 684

1914

---

## ADVERTENCIA

Los colaboradores de los *Anales,* que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos deben solicitarlo por escrito a la Dirección, la que le dará el tramite reglamentario. Por mayor número de ejemplares deberán entenderse con los editores señores Coni hermanos.

Tienen, además, derecho a la corrección de dos pruebas.

Los manuscritos, correspondencia, etc., deben enviarse a la Dirección **Cevallos, 269**.

*Cada colaborador es personalmente responsable de la tesis que sustenta en sus escritos.*

**La Dirección.**

---

## PUNTOS Y PRECIOS DE SUBSCRIPCIÓN

**Local de la Sociedad, Cevallos 269, y principales librerías**

| | Pesos moneda nacional |
|---|---|
| Por mes | 1.00 |
| Por año | 12.00 |
| Número atrasado | 2.00 |
| — para los socios | 1.00 |

LA SUBSCRIPCIÓN SE PAGA ADELANTADA

**El local social permanece abierto de 3 á 7 y de 8 á 12 pasado meridiano**

# HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN AÉREA

## DESDE LOS TIEMPOS MÁS REMOTOS HASTA LOS PRIMEROS VIAJES AÉREOS DIRIGIDOS

CONFERENCIA DADA EN LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

POR EL INGENIERO NICOLÁS BESIO MORENO

---

## INTRODUCCIÓN

La Sociedad científica argentina, en su propósito permanente de concurrir á la difusión de la cultura pública, estimular el estudio y propender al desarrollo de la ciencia, había adoptado una nueva forma de labor, que había de consistir en la ejecución de un plan de conferencias, comunicaciones y publicaciones, desenvuelto normalmente, desde el año último, con el éxito conocido.

En la realización del primer propósito, fué preciso aceptar la distribución del trabajo que se hiciera y por ello, hame tocado presentaros el tema de la *Historia de la navegación aérea;* tema áspero y laborioso por cierto, pues su desarrollo, había de demandar muchas horas de tiempo, que, en general, la aprisionante labor nacional, nos deja difícilmente libre.

Empero, la difusión de la cultura pública debe hacerse vinculando todos los esfuerzos y utilizando todas las energías; la recolección de datos y antecedentes, debía resultar más sencilla en este caso, si á ello concurrían algunos aficionados á las cosas de la aeronáutica, que la sociedad cuenta en su seno; de allí nació la idea de preparar esta conferencia en colaboración con algún compañero de labor, con quien he formulado el esqueleto, por así decir, de este trabajo.

Debo, así, comenzar diciendo, que esta conferencia no me pertenece por entero, pues la hemos preparado con mi distinguido colega el señor ingeniero Jorge Claypole, de todos conocido.

Difundido este sistema de cooperación, no será difícil para la sociedad, aumentar el número de sus colaboradores, y poblar su tribuna, á la que tan honroso es subir.

La obra de generalizar la cultura, es apremiante en la nación; el acrecentamiento sin límites del poderío de la república, y su influencia á cada instante más marcada en el movimiento universal, imponen á su pueblo, una función de armonía y de concordancia, que debe apercibirse á realizar sin demora; compenetrado de esperanza y amasado de optimismo, tiene una aspiración de grandeza colectiva que nada podrá variar.

La obra de generalizar la cultura, es apremiante en la nación, y la Sociedad científica argentina, se ha entregado á ella sin reservas, pareciéndole más urgente que el propio adelanto de la ciencia.

La ciencia es más poderosa que la cultura, y ella logra conquistar su adeptos, y formar escuela, á pesar de todo y contra todo. Para ella parece escrita la frase famosa del aquel florentino perfecto, que nadie ha superado y que todo lo supo y cantó:

« *E, dopo il pasto ha più fame que pria* »

Su salvaguardia mejor, está en la eterna mutabilidad de las cosas y de las leyes; y su perpetua vigilancia de los fenómenos, para sorprender sus más leves variaciones, le asegura el reinado sin límites del tiempo y el dominio siempre creciente del espacio. El reposo, la estabilidad, la inmutabilidad, son desconocidos en el universo; todo cuanto existe, accesible ó no á los sentidos ó á la mente, se mueve, cambia en su esencia y forma ó en las leyes que lo rigen; por ello, cuanto la ciencia tiene de ya definitivamente adquirido, tendrá que ser revisto y reconsiderado sin cesar. Ella es un organismo viviente, que todo él se modifica y altera minuto á minuto, y por tanto, debe vivir y vive en perpetua vigilancia de sí misma. No es tan urgente, pues, su estímulo, como el de la cultura pública nacional.

Ninguna tradición nos recuerda en qué época de la existencia de la humanidad, logró el hombre crear los mecanismos más sencillos, que le permitieron recorrer, sin esfuerzos extraordinarios, la tierra y

los mares; ninguna leyenda nos dice, cuándo se hizo la primer aplicación de la rueda, ó de la vela, á los vehículos de tierra y mar, mas no puede, no, dudarse, que desde ese instante, el hombre soñó con el viaje por los aires y con el vehículo que había de permitirlo. Esta aspiración, se ha condensado en casi todas las leyendas mitológicas de los pueblos primitivos, y en particular, en la del pueblo griego aparece tan viva y tan en armonía con la idea de la volación, que ella parece el presagio de los esfuerzos que debían realizarse posteriormente y que apenas ahora, pueden mirarse triunfadores.

La historia de la navegación aérea puede dividirse en dos partes, marcadamente distintas, como son distintos en su esencia los dos grupos de aparatos que permiten trasponer los aires; me refiero al «más pesado» y «al más liviano» que el aire, como se les designa. Comenzaremos con la del «más pesado», cuyo éxito presente es incuestionable, por ser aún el más accesible y generalizado.

Su historia tiene cuatro etapas: la *legendaria* que comienza en Ícaro; la *especulativa,* que comienza en Leonardo da Vinci; la *científica,* que comienza en Cayley, y la de *aplicación,* que comienza en Lilienthal.

## PRIMERA PARTE

### AVIACIÓN

#### *1. Período legendario*

La venganza del fabuloso rey del ancho mar, cuenta Ovidio, y de las rientes playas y de las fértiles islas, escapado á la voracidad de Cronos olímpico, y el rencor de la hermosa madre del héroe virgiliano, movieron á aquel sabio rey de Creta á encerrar su Minotauro en el fabuloso laberinto proyectado y construído por el prudente padre de Ícaro famoso. Muerto Minotauro, por el valeroso Teseo, esposo desdichado y desdichado padre, Minos, el juez infalible, castiga en su propia obra al fecundo Dédalo de la traición monstruosa, quien encerrado con el ligero Ícaro en el laberinto, medita planes de evasión y suspira horas de libertad.

Armado de fortaleza y de prudencia, cardinales virtudes que intenta

infundir en su soberbio hijo, se apercibe á la huída y fabrica alas poderosas, que afirma con cera á sus espaldas, y con la serenidad que infunden la fe en el propio esfuerzo, y la esperanza en la libertad, se lanza al espacio, como el águila certera abandona la roca prominente que la sustenta. El juvenil viajero olvida bien pronto los consejos de la prudencia paternal, y se aleja de los rizados dominios de Neptuno, para acercarse, audaz, á los del hijo poderoso de Hiperión, que irritado, funde la cera de las frágiles alas.



Fig. 1. — Caída de Ícaro

El anchuroso mar abre su seno para recibir amorosamente al castigado infante, cuyo cuerpo deposita la onda en las manos piadosas de Hércules, que le otorga reposada supultura, junto al mar, desde entonces icariano.

Pero Dédalo, protegido por la coraza de su madurez y experiencia,

siguió su vuelo con las alas abiertas y firmes, para la tierra soñada, como tienden el suyo las tórtolas, al reclamo del nido que las espera; y arribado á la playa generosa, se posó en ella mansamente, como el que descansa y se abandona feliz, al dar cima á porfiada y fecunda labor. El sumo artífice había hallado nuevo campo á su ingenio.

Tal el vuelo mitológico de los prisioneros de Creta, y tales, la primer catástrofe, y el primer éxito de la aviación.

La aviación, pues, salvó el arte — olímpico presente — de la asechanza que le tendía la ciencia, y desde entonces, ésta ha debido mirarlo crecer y prosperar á su lado, engrandecido con el tiempo y con el creciente poderío de la mente humana.

Fábulas como ésta se anotan en todas las mitologías, y si no son exacta reproducción de hechos, son sin duda pruebas de una eterna aspiración y leyendas con un probable fondo de verdad.

Así los indios relatan que Hanonman aconsejado por el sabio Jambaranta se lanza á los aires desde lo alto de una colina y cae en Lanka tal como lo esperaba.

Análoga es la leyenda de Wieland y Egil en Islandia; las que figuran en las *Mil y una noche,* árabe; la de Onlefat en las islas Carolinas que se hace trasportar por los aires con auxilio de aire caliente.

Empero, saliendo de la mitología para entrar en la historia, los primeros ensayos que ésta nos recuerda no parecen menos fabulosos ni más claros.

Bien difícil sería señalar á qué época histórica corresponde la primer tentativa de navegación aérea; y bien difícil porque en no pocos casos no es dable distinguir entre el dato histórico medianamente comprobado, y la leyenda, pero si hemos de dar fe á cuanto nos cuenta la crónica romana, diremos que fué hacia el siglo cuarto anterior á nuestra era. Vivía entonces un preclaro filósofo de Tarento, que precedió de poco al famoso maestro de la humana razón y coetáneo de aquel Platón cuyo erróneo sistema filosófico compartía; en el instante, pues, en que las puertas de la ciencia se abrían á la humanidad, Archita de Tarento había construído una pequeña paloma de madera que llegó á volar; así nos lo dice, por lo menos, la turbia tradición que lo relata.

Architas pitagórico fué célebre en su tiempo por inventos numerosos, atribuyéndosele los del tornillo, de la polea y del cometa, los

que constituyen, al decir de Landelle, los tres órganos de cuya unión debe resultar el aparato de aviación más avanzado, aunque sea el más difícil de equilibrar; en efecto, el tornillo es la hélice ó el propulsor, la polea es la expresión del mecanismo destinado á transmitir la fuerza, y el cometa es el plano que sostiene el aparato en los aires.

En la famosa polémica sostenida entre Scalígero y Cardan, á mediados del siglo XVI, se trata del pequeño aparato de Architas y la forma de reproducirlo.

Ninguna noticia tenemos acerca del mecanismo de este juguete, nacido en la época más gloriosa de la grandeza helena; todo hace pensar, sin embargo, que se tratase de un aparato mecánico, hábilmente

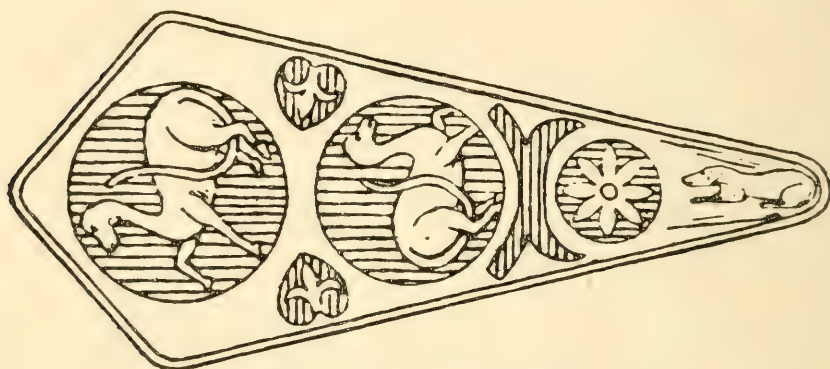


Fig. 2. — Probable cometa de Han-sig

combinado, con la aplicación de algún principio físico, nuevo en aquellos tiempos.

El tema no debía ser por entonces demasiado exótico, pues el padre, ya citado, de la filosofía científica y el creador de los métodos y doctrinas basadas en la razón, Aristóteles, se ocupó del vuelo de las aves y de la función de las alas y la cola.

Poco tiempo después, aparecían en la remota China los primeros cometas, atribuídos al general Han-sin, dos siglos antes de Cristo. Ningún dato positivo nos ha llegado acerca de este curioso esfuerzo de la fantasía oriental, pero tal noticia basta para mostrarnos la universalidad del problema y el interés que despertara en todos los tiempos y para todas las razas.

En los primeros años de nuestra era, y durante el imperio de Nerón, aquel Simón mago, de ingrata memoria, fué obligado por el gran

histrión monarca, á efectuar un vuelo en forma que no se sabría expresar; Simón pudo volar sin duda pero con desastroso resultado.

Se ha dicho y repetido que este vuelo de Simón mago, es una leyenda más y así deseamos creerlo todos, pero algunos testimonios que de ello se conservan, nos conducirían á aceptar la posibilidad del hecho tan curioso.

Mil años más tarde, en Venecia, un monje inglés, Malmesbury, realizó diversas experiencias, lanzándose al aire desde lo alto del Campanile de San Marcos, con un aparato del que no nos han llegado noticias, con tan poca suerte que en uno de los accidentes de sus vuelos rompióse ambas piernas. Tenemos también noticias vaguísimas sobre algunos ensayos desgraciados, realizados en Constantinopla hacia la mitad del siglo XII.

También el irrespetuoso Bacon se ocupa incidentalmente de la navegación aérea al predecir en su *De secretis operibus artis et naturæ* que habíamos de construir máquinas para volar.

Y para terminar con este primer período histórico de la aviación mezclado de fantasías y leyendas y de hechos positivos y datos históricos, citaremos á dos matemáticos distinguidos del siglo XV, Juan Bautista Dante, de Perugia y Regiomontanno de Koenigsberg.

Juan Bautista Dante logró mantenerse en el aire por breve tiempo y aterrar suavemente, construyéndose dos alas equilibradísimas y proporcionadas rigurosamenre al peso de su cuerpo.

Dante partía generalmente de puntos elevados y sus alas le permitían planear y evolucionar, salvando distancias relativamente considerables; navegó de este modo varias veces sobre el lago Trasimeno hasta que un accidente de volación lo precipitó en tierra, ocasionándole la rotura de una pierna. Empero, Dante, no formó escuela y no se tiene noticia de ningún contemporáneo que realizase vuelos análogos á los que con tanto éxito iniciaba el físico y matemático italiano; fué el verdadero precursor de Lilienthal y de la aplicación del método experimental en la navegación aérea y este sólo título es suficiente para llenarlo de gloria.

Los aparatos de Regiomontanno, fueron más bien juguetes ingeniosos que máquinas de volar; el célebre matemático y astrónomo, construyó una mosca y un águila, de metal ambas, que volaban libremente, y alcanzaron á recorrer así centenares de metros. De ello no nos ha quedado ninguna descripción que permita juzgarlos, pero parece indudable que, los vuelos de estos pequeños aparatos, fueron

frecuentes y numerosos; se ha dicho que estos ensayos no eran sino fábulas inocentes, lo cierto es que Regiomontanno se había hecho célebre en su cátedra de astronomía de Viena y había observado por primera vez astronómicamente un cometa; era pues un hombre de saber.

## 2. *Período especulativo*

Y llegamos á otra etapa en la historia de los aparatos de volación. Correspondíale iniciarla á aquel otro extraordinario cerebro florentino que llenó con su genio la segunda mitad del siglo XV y que tocó con admirable grandeza la ciencia y el arte: Leonardo da Vinci.

El período del renacimiento no podía elaborar una personalidad tan múltiple y tan profunda como esta asombrosa que tocamos: matemático, físico, ingeniero, filósofo, poeta, pintor, escultor y arquitecto, da Vinci recogió del comentador Averroes los principios fundamentales de la filosofía aristotélica y planteó inicialmente la tesis de que la experimentación es el único método para interpretar la naturaleza y descubrir sus leyes. Erudito, además, en anatomía, fisiología, astronomía y química, este grande fué en verdad el espécimen más acabado del superhombre niestchano.



Fig. 3. — Leonardo da Vinci

Maquiavelo divide los hombres en tres grados principales de capacidad: los que comprenden las cosas por el sólo ministerio de sus facultades naturales; los que requieren una explicación para comprenderlas; los que no las comprenden de ninguna manera. Leonardo da Vinci ocupaba el estrado principal en el primer grupo, ingresando en la categoría de los creadores.

Leonardo hizo un estudio cuidadoso del vuelo de los pájaros, el que ha llegado incompleto hasta nosotros; hacia fines del siglo XV ideó la hélice ascensional y entre sus papeles se encontró un dibujo que representa su aparato y del cual dice: « Considero que si este instrumento está bien hecho á tornillo, en tela de lino y cuyos poros se obturen por medio de cola de almidón y si al mismo tiempo se le hace

girar con gran velocidad, este tornillo penetrará en el aire y marchará en alto. El contorno exterior del tornillo deberá ser de alambre de hierro del espesor de una cuerda y tendrá del borde al centro, ocho brazas de distancia. Se tendrá una prueba haciendo mover rápidamente á través del aire una regla larga y delgada y entonces el brazo se verá forzado á seguir la dirección del borde de la misma. »

Es el inventor del paracaídas, del que da dibujos clarísimos, y dice :

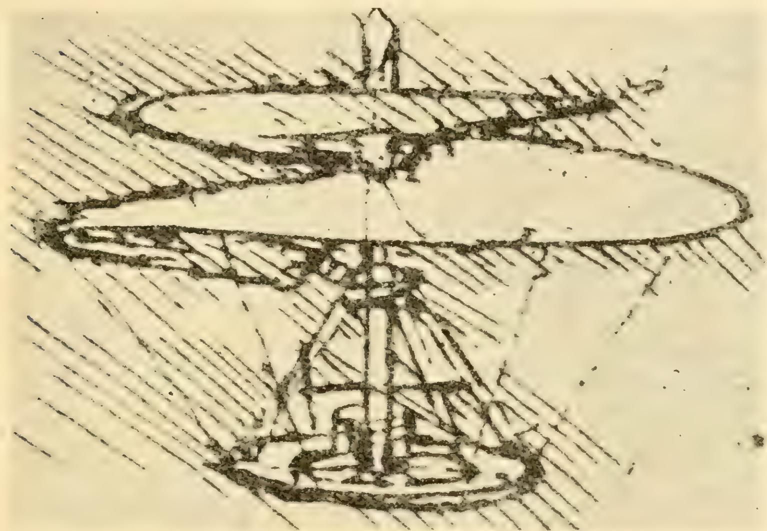


Fig. 4. — Elicóptero de Leonardo

« Se constatan las ventajas que tendría una especie de cúpula cónica, ligera, que descendiese de lo alto de los aires, sin aceleración de velocidad. Si un hombre tiene ese pabellón de tela almidonada, cada una de cuyas caras alcance á 12 brazas de ancho y que sea alto de 12 brazas, podrá lanzarse de cualquier grande altura, sin peligro. »

Ideó también una máquina para volar, de alas batientes, dando numerosos dibujos de conjunto y de detalles; el movimiento de las alas se producía con los brazos y piernas. Eligió como tipo de sus alas, las de los pájaros de presa, que Leonardo considera el ejemplo más digno de imitar y característico, siendo después reproducidas en aparatos más perfeccionados como el de Moore y Soltan; Mickl y Boher adoptaron un tipo de alas para su ornitóptero, deducido de la

reproducción fiel del movimiento de alas naturales, descomponiendo este movimiento en una serie de imágenes, obtenidas con la cronofotografía, y resultaron análogas á las de Vinci: es de notar, pues, la extraordinaria agudeza de observación de Leonardo, para llegar á esa semejanza. Según los cálculos de Leonardo, las alas debían tener una amplitud de 30 brazadas. Este aparato se empezó á construir en 1490, pero no hay seguridad de que se concluyera y menos de que se ensayara; sin embargo, Mereshkowosky en el romance en que hace una fantástica biografía de Leonardo, dice que el mecánico de éste, llamado Zoroastro da Peretola, quiso volar con ella, y se fracturó las costillas. Leonardo, siguiendo su método de investigación, hizo primero un estudio « de las cosas insensibles, que descienden en el aire sin viento; y después, de las que descienden con viento »; prosiguiendo con el estudio del viento, y de la anatomía de los pájaros, llegó á medir el esfuerzo que se ejerce al batir el aire, con paletas de determinadas dimensiones; estudió también el plumaje de los pájaros y dice: « Para hablar de estas materias, es necesario, en un primer libro, definir la naturaleza de la resistencia del aire; en un segundo libro, la anatomía del pájaro y de sus plumas; en un tercero, la operación de tal pluma para diversos movimientos; en el cuarto, el papel que desempeñan las alas y la cola, sin batir las alas, á favor de viento contrario, para guiar en diversos movimientos. »

Distingue entre las diversas clases de vuelos, y cómo procede el pájaro para torcer á derecha ó izquierda, ascender ó descender, llegando á aquella gran conclusión que se confirmara muchos años después: « movimiento contra y sobre el viento, lo hace ascender, mucho más que lo que corresponde al ímpetu natural, con lo cual se le suma la ayuda del viento, el cual llegándole por debajo, le hace el papel de cuña » y daba una demostración geométrica de ello.

Borelli, sin conocer los estudios de Leonardo, explicaba más tarde, que una cuña hendida en un cuerpo, tiende á separarlo en dos partes, pero, si las partes del cuerpo pudieran reaccionar sobre la cuña, ellas comunicarían impulsiones oblicuas á las caras de la misma, obligándola á salir, en línea recta, con la base hacia adelante.

Así Leonardo dice: « Cuando el pájaro con su batir de alas quiere elevarse, alza los húmeros y bate la punta de las alas, hacia sí, condensando el aire que hay entre las puntas de las alas y el pecho; eleva al pájaro la tensión del aire. »

Se desprende de todo lo que antecede, que Leonardo había comprendido perfectamente, que el pájaro, para volar, encontraba apoyo

en el aire, y su teoría, como dice Antonio Favaro, « se acerca mucho á lo que hoy en día se piensa, acerca de la influencia de la velocidad sobre la sustentación ». Estos estudios sobre el vuelo de los pájaros, fueron hechos por Leonardo alrededor del año 1505.

Respecto al elicóptero, Leonardo hizo varios modelos á resorte.

Posteriormente á Leonardo, Belón (1517-1564) tuvo la primer idea de la resistencia del aire; Guidotti (1569-1629) imitando á Dédalo logró volar, se dice, por un cuarto de milla; el sabio Galileo (1564-1642) estableció experimentalmente la resistencia del aire; Veranzio de Sebénico (1616) describe el paracaídas; y Cyrano, llamado después de Bergerac (1619-1655), describe en su *Viaje á la luna* un método especial para trasponer los aires y cruzar el espacio, los ensayos experimentales de Cyrano no tuvieron éxito; Juan Wilkins, hermano de Cronwell, en su tratado *Mathematical magic* (1648) se ocupa largamente también de la navegación aérea; Borelli, en 1680, describía el vuelo de los pájaros con gran acierto, confirmando las teorías de Leonardo da Vinci, cuyos trabajos no conoció. Por la misma época, Besnier construyó un aparato mecánico, sin timón ni cola, con el cual, se dice, se lograron hacer algunos cortos vuelos; su aparato aparece descripto en un periódico de la época, en que se dan datos minuciosos y un grabado que lo representa *(Journal des savants*, 12 diciembre de 1678).

La primer experiencia con paracaídas dirigible, aparece relatada en la embajada de Luis XIV al rey de Siam, según la cual « un saltimbanqui subía á lo alto de un elevado bambú y se dejaba caer, sin más recursos que dos sombrillas atadas á su cintura por las mangas; se abandonaba al viento, que lo llevaba al azar, tanto á tierra, como á los árboles, las casas ó el río, sin que jamás este hombre se hiciese daño ».

El conocido físico y matemático inglés, Roberto Hooke, inventó y ensayó en 1700, varias máquinas para volar, disponiéndose alas en las manos y los pies y veletas especiales que al girar ponían en movimiento un tornillo sin fin que ayudaba á mover las alas. Se trataba, pues, de un verdadero mecanismo, que acaso encierra en sí, el principio de la hélice.

Toda esta serie de experiencias, sin un carácter especulativo verdadero, no podían dejar escuela dado que aun no se habían llegado á establecer leyes fundamentales respecto á la resistencia del aire, ni se conocía su valor. Presentida por Aristóteles, expresada por Belón

y luego por Galileo, Gassendi y Borelli, debía ser establecida por Newton.

Newton ideó un método para determinar dicha resistencia, calculándola para cada grado de velocidad, según la fuerza necesaria para imprimir continuamente dicha velocidad al cuerpo en movimiento; por esta senda le siguieron Borda, Hutton, Thibault y otros.

Las experiencias se hicieron entre Newton y Désaguiliers en la catedral de San Pablo, dejando caer globos de vidrio cuya velocidad final era de cuatro metros por segundo; dichos globos todos iguales se cargaban con pesos que crecían gradualmente, como los números 1, 4, 9, 16, los que al caer tomaban al iniciarse la caída una aceleración, que por la resistencia del aire, desaparecía después, siguiendo un movimiento uniforme. Newton redujo á una fórmula algebraica los resultados de su experiencia y dejó definitivamente establecido el valor de la resistencia del aire.

En 1742, Bacqueville á los 62 años de edad, voló cerca de 300 metros con alas atadas á sus brazos y Grimaldi en 1751, habría cruzado la Mancha, según se dice, con una máquina voladora; esto no ha sido comprobado y conviene por tanto dudar de su autenticidad.

Cárdenas en Lima, en 1762, estudia el vuelo de las aves y proyecta una máquina voladora y llega á hablar del vuelo á vela, planeado y remado. El matemático Paucton, en 1768, considera la aplicación de la hélice á la propulsión é idea una máquina constituída por una hélice de sustentación de eje vertical y otra de propulsión de eje horizontal; era el elicóptero de Leonardo da Vinci.

En 1780 encontramos al mecánico francés Blanchard, quien hizo varias publicaciones y experiencias con un aparato compuesto de dos grandes alas, semejantes á paracaídas y fijadas en un esqueleto en que el operador estaba de pie. Logró volar, elevándose hasta 25 metros, pero combatido por el gran matemático Lalande, quien estaba completamente equivocado sobre estas cuestiones, no pudo prosperar; en realidad Blanchard no se hallaba en condiciones de volar, pero sus esfuerzos podían haber concurrido á la solución del gran problema; poco después, á pesar de habérsele ofrecido un premio de ochenta mil francos, abandonó la aviación para dedicarse á la aerostación, cuando los Montgolfier realizaron sus experiencias, de las que nos ocuparemos en su oportunidad.

Á fines del siglo XVIII la idea del elicóptero de Leonardo, ampliada por Paucton, fué retomada por Bienvenu y Lanoy; se reducía el aparato á cuatro hélices que se movían por la torsión de un elástico. La

construcción del aparato no llegó á terminarse, ni se logró llamar la atención sobre él.

Con esto termina el período especulativo en la historia de la navegación aérea; vamos á entrar con el siglo XIX en el período científico, por así decir. Detengámonos un instante, pues va á aparecer la figura del verdadero fundador del aeroplano, ignorado durante tantos años, negado después, aun por mucho tiempo y que cuesta todavía hacer reconocer por cuantos pretenden anteponer el sentimiento patrio á la verdad histórica inconmovible, cada vez más luminosa é indiscutida.

Los grandes inventos son la obra de muchos hombres; llegamos á

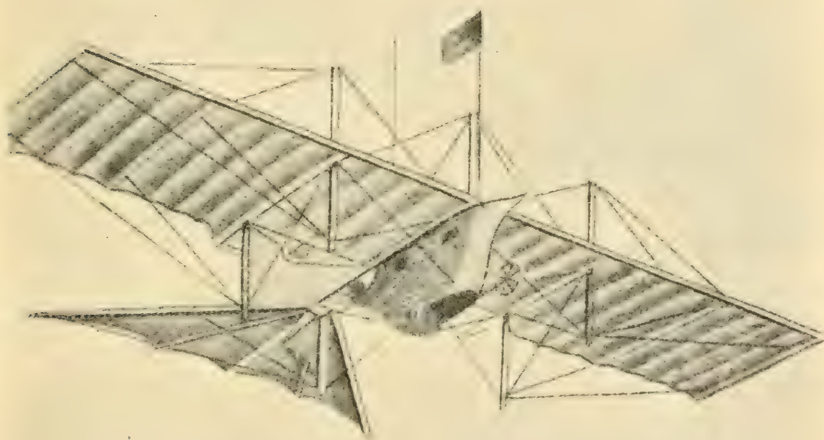


Fig. 5. — Aeroplano Henson (tipo Cayley)

sir Jorge Cayley que sintetiza la vasta labor de sus antecesores y que sienta los principios científicos que servirán de base á la aeronáutica.

## 3. *Período científico*

Sir George Cayley publicó en 1809 varios artículos en el *Nicholson's journal* y en la *Philosophical magazine*, de Londres, en los cuales

se hacía la descripción detallada y completa de un aeroplano, cuyas líneas generales, y aun de detalle, coinciden en un todo con el construído por Henson 34 años después; estos artículos, que permanecieron desconocidos en Francia muchos años, fueron descubiertos por Pénaud en 1874 y presentados á la Société française de navigation aérienne, en el mismo año; en 1910 han sido reeditados en el *Aërial navigation.*

Para demostrar que Cayley es quien marcó rumbos seguros á la navegación aérea, describamos los estudios que contienen los citados artículos.

Empieza por valorar la resistencia que ofrece el aire al movimiento de una superficie delgada, de $0^{m^2}093$, transladándose, perpendicularmente á su plano, con una velocidad de $7^{m}16$ por segundo; encuentra que dicha resistencia es de $4^{kg}88$ por metro cuadrado.

Si aplicamos las fórmulas del caso, para deducir cuál es el valor del coeficiente de resistencia del aire (resistencia de la unidad de superficie, moviéndose perpendicularmente á su plano, á la unidad de velocidad), hallamos que dicho valor es $K = 0^{kg}095$.

Las experiencias modernas, llegan al valor medio $K = 0,08$, el cual difiere poco del que se deduce de las experiencias de Cayley, con lo que se prueba la prolijidad de las medidas verificadas por este experimentador; tal resultado es muy importante, si se considera que en una lista de 30 valores, obtenidos por diversos experimentadores y en distintas épocas, los resultados obtenidos varían de 0,057 á 0,13.

Después Cayley, hace el estudio de un plano inclinado, con una superficie de 20 metros cuadrados, moviéndose en aire en calma, á razón de $10^{m}55$ por segundo, y con una inclinación sobre el horizonte de 1/10′ y deduce que si dicha superficie puede soportar una carga dada, *la fuerza necesaria para conservar el movimiento, será el producto de la carga por la inclinación;* confirmando así lo sostenido por Borda y verificado después por Bossut, Buat, Duchemin, Pénaud y Renard.

Es este punto, el que determina la base de la aviación, y su hallazgo comporta la demostración de la posibilidad, de que, por sus propios medios, pueda sostenerse en el aire un cuerpo más pesado que él, con poco gasto de potencia.

Prosigue el estudio de Cayley, haciendo ver las ventajas del plano inclinado, y la importancia de la pequeñez de la resistencia á la marcha, aplicando todo esto al estudio del vuelo de los pájaros, siendo el

primero que hace constar las ventajas de la forma cóncava de sus alas, al considerar que esta forma, acrecienta mucho el apoyo que encuentra en el aire: al mismo tiempo, es el primero en aplicar la relación de las componentes vertical y horizontal, para explicar el funcionamiento del ala. Por otra parte, tiene en cuenta la resistencia suplementaria ofrecida por el cuerpo de los pájaros, considerándolos como proyectil, y sus conclusiones, fueron utilizadas por los que después de él, Pénaud entre otros, se dedican á estudios análogos, para sentar conclusiones con aquella base.

Cayley aconseja se verifiquen — y él las realiza — experiencias sobre la resistencia del aire, el aeroplano á hélice y el equilibrio aéreo.

Sigue después la descripción de un planador, que llama *aeroplano,* correspondiendo á Cayley y no á Joseph Pline, como se ha dicho, la prioridad en dicha designación, que se conserva hasta nuestros días; por otra parte, lo que patentó en 1855 Joseph Pline, con el nombre de aeroplano, era una especie de globo, pero más pesado que el aire, y que presentaba una gran superficie horizontal: cosa muy distinta al aeroplano.

Cayley hacía descender su planador, desde lo alto de una colina, lastrado con un peso de 90 kilogramos; el aparato bajaba hacia la llanura, formando un ángulo con el horizonte de 10°. Como se vé, Cayley utilizó el método que, 80 años después, utilizara el famoso Lilienthal en sus célebres experiencias.

En estos estudios se encuentra el cálculo de una máquina á vapor ligera, y de gran velocidad de rotación, destinada para la locomoción aérea: la caldera se compone de una serie de tubos de fierro que contendrían el agua, de pequeño diámetro y dispuestos de manera que forman la envoltura del hogar; el condensador es de superficie, siendo Cayley también, el inventor del primero de estos dos elementos de la maquinaria moderna.

Además, trae el estudio de un tipo de máquina de explosión, á mezcla gaseosa, y la teoría completa del vuelo á vela.

Cayley observa que en un plano inclinado en movimiento, el centro de presión varía con el ángulo de incidencia; con lo cual, dice, puede conseguirse una especie de equilibrio automático, teniendo en cuenta que el centro de gravedad permanece inmóvil cualquiera que sea la inclinación: esto fué utilizado por Pénaud, para hacer su juguete planador famoso.

Prevé una cola horizontal análoga á la de los pájaros, la cual por

la acción del aire sobre una ú otra cara, según la variación de la incidencia, en relación al plano de la trayectoría seguida, permitiría asegurar automáticamente el equilibrio, al mismo tiempo que, por un ligero desplazamiento alrededor de un eje horizontal, permite asegurar la dirección ascendente ó descendente del aeroplano; la primer idea contiene el principio de lo que perfeccionado y aplicado á las alas, se ha llamado *gauchissement,* adoptado por los hermanos Wright, y que Mouillard había descubierto, al hacer el estudio del vuelo de los pájaros en el Cairo: es éste otro de los principios más importantes de la aviación, pues resuelve la cuestión del equilibrio, y hoy en día se construyen todos los aeroplanos, de modo que sus alas ó timones, se deforman de la manera indicada y á tal objeto, ó llevan pequeñas aletas en las extremidades, ó detrás de las alas, que pueden tomar inclinaciones diferentes á las de aquéllas, realizándose de este modo el mismo principio; la segunda idea (desplazamiento alrededor de un eje horizontal), realiza el timón de profundidad, que hoy en día se usa en todos los aeroplanos.

Jorge Cayley construyó un monoplano, con máquina á vapor, que ponía en movimiento á dos hélices, situadas detrás del aparato; el aviador quedaba protegido del viento por medio de un gran cuerpo central, cerrado, que contenía también la motriz, logrando con ello que su aeroplano fuese mejor proyectil, por la diminución de la resistencia á la penetración; los aparatos más modernos y que han figurado en las últimas exposiciones, realizan esta idea de Cayley.

En las experiencias y antes de hacer el ensayo del propulsor, se rompió el aparato, y falto de recursos, hubo Cayley de abandonarlo todo, muriendo poco tiempo después: corresponde hacer notar que Cayley preconizaba el uso de la hélice en 1809, y recién en 1839 tuvo lugar el primer ensayo, realmente práctico, de un propulsor helicoide, cuando Smith hizo en veinte horas en su buque, el *Archimedes,* de 237 toneladas, su viaje de Gravesend á Portsmouth. Cuando hace el estudio de la motriz, no deja Cayley de darse cuenta de las dificultades que se presentarían, para construirla potente, sólida y liviana.

Las investigaciones de Cayley, no se detienen sólo en la aviación, sino que abarcan todo el campo de la navegación aérea, pues estudia el globo fusiforme, á hélice; la necesidad de su gran tamaño y rapidez; el medio de obtener esta última, valiéndose de una manga de aire provista de un ventilador; los principales sistemas estáticos y dinámicos, propios para el ascenso y descenso, sin pérdida de lastre; todo está claramente estudiado.

También realiza Cayley un estudio sobre los paracaídas, á propósito de los ensayos que hacía Jacques Garmerin, el 22 de octubre de 1797, del que nos ocuparemos en la aerostación, y llega á la conclusión de que todos los ideados hasta entonces tenían las formas más inconvenientes y nocivas que pudieran imaginarse, para el destino deseado: el paracaídas ideado por Cayley tiene la forma general pero invertida, pues dice: « la forma cónica, con el vértice del ángulo vuelto hacia abajo, es la base principal de la estabilidad en la navegación aérea », y citaba como ejemplo la estabilidad que los navíos deben á su corte general y necesariamente á su quilla, notando como evidente que la inmersión de la superficie actuante del paracaídas será un elemento de estabilidad.

En Francia, Alfonso Pénaud demostró igualmente por numerosas experiencias la exactitud de esta teoría. Hace ver que la forma corriente de paracaídas, el de Garnerin, por ejemplo, actúa en un sentido opuesto al del equilibrio, pues al producirse un balanceo, el lado que va hacia la caída encuentra una resistencia mayor en su nueva posición para volver á la primitiva, y el lado que tiende á elevarse encuentra una resistencia menor para seguir su marcha: con todo esto, el vuelco es inevitable.

Cocking, en 1836, ensayó este tipo de paracaídas, abandonando un globo á mil metros de altura; pero como no había realizado ensayos previos para determinar la superficie necesaria para sostener su peso, pagó con la vida su imprudencia.

La obra de Cayley no tuvo consecuencias inmediatas, pero hacia 1943, Henson realizó el aparato de volar de aquél, construyendo un verdadero monoplano. Desgraciadamente, Henson estaba completamente equivocado respecto de los principios científicos de sustentación y el modelo de cerca de 7 metros de ancho que construyera con un inventor de la época, Stringfellow, rompióse antes de abandonar el plano inclinado, desde el cual debía lanzarse el aparato.

La máquina de Henson, modelo Cayley, era un verdadero aeroplano y cuando Henson abandonó sus tentativas, Stringfellow que las continuó, logró fabricar un modelo pequeño que voló 40 metros, provisto de un motor á vapor, bastante imperfecto por cierto, como no podía ser de otro modo, dada la época. En el estudio de este elemento, Stringfellow después de numerosos ensayos. alcanza á construir un motor á vapor cuyo peso no pasaba de 7 kilogramos por caballo.

En esta misma época aparece una serie de constructores de apara-

tos, entre los que pueden citarse por su interés : el de Degen, paracaídas ensayado en Viena en 1808 ; el aerovelero de Sarti, en Bolonia, en 1828; el elicóptero de Philipps en 1850, con motor mecánico; el paracaídas dirigible de Letour, que le costó la vida, en 1852 ; el aeroplano de Loup en 1852, que tenía la forma de ave ; el aeroplano de Breant, también de forma de ave, que debía mover el mismo aviador con sus brazos y pies ; el elicóptero de Amecourt en 1853 ; Calingford, con un aeroplano en 1856 ; los aeroplanos de Le Bris en 1857 ; de Villejuif en 1858 ; los elicópteros de Bright, Landelle y Liais en 1860 á 1863 ; el monoplano de Louvrié. En el año 1863 tócale intervenir á Tournachon, quien lanza su famosa proclama relativa á las ventajas del más pesado que el aire y pone á la orden del día la cuestión.

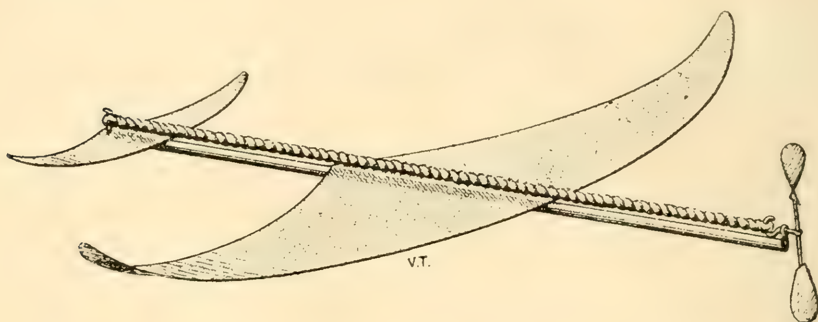



Fig. 6. — Aeroplano Pénaud

Todos los aviadores citados, aun cuando hayan realizado esfuerzos estimables, al trabajar con posterioridad á Cayley, no pueden llamarse precursores, y por tanto su obra no cabe dentro del período científico que Cayley abriera. La proclama de Tournachon, más conocido por su seudónimo Nadar, que aparece casi conjuntamente con el elicóptero de Ponton D'Amecourt, no tuvo efecto mayor al fin, pues á pesar de hacerse tema de moda, sólo aparecieron el elicóptero de Amecourt (que era el de Leonardo con motor) y el de Folamine en 1877, quien construyó un motor á vapor de 1/5 de caballo que sólo pesaba 1,5 kilogramos. El sistema ascensional lo constituían dos hélices, una superior que giraba y otra fija para asegurar la estabilidad. La caldera era una esfera y proveía el vapor necesario á un pequeño motor de dos cilindros ; el aparato se movía y elevaba hasta 13 metros de altura sin dificultad.

Un año después, Castel aplicaba al elicóptero un motor de aire

comprimido, con el cual también pudo elevarse el aparato que pesaba 23 kilogramos.

Las otras tentativas posteriores nos llevarían á una serie de citas y de nombres que ninguna influencia tuvieron en el progreso de la aviación; dejémoslas, pues, para llegar á Wenham en 1866, que propone los planos superpuestos y es precursor de Hargrave y del mismo Langley y sobre todo á Pénaud que es el primero en aplicar hábilmente las teorías de Cayley para darles aplicación positiva y certera. Pénaud es una prolongación de Cayley, y su obra la realización experimental de la obra de éste. Pénaud observa el principio del alabeamiento *(gauchissement)* que Cayley había presentido y expresado con más ó menos claridad; el aparato de Pénaud realiza ya un aeroplano moderno y si la falta de recursos no lo hubiera detenido á la mitad de la jornada, se le habría visto volar largamente.

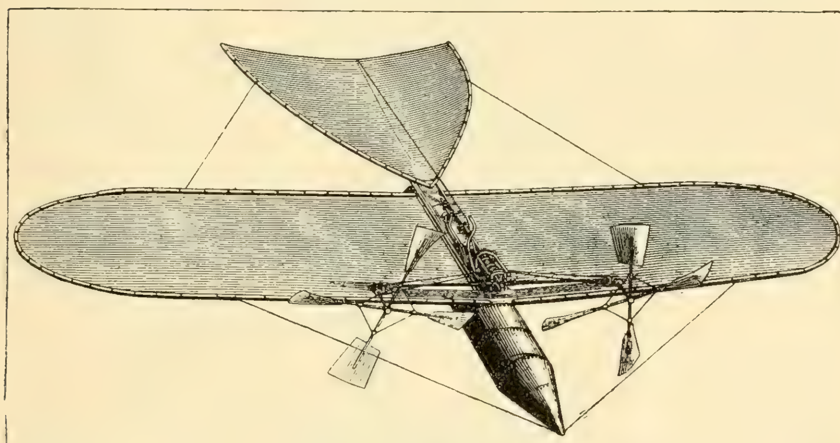


Fig. 7. — Aeroplano Tatin

En 1877 Guillermo Kress, construyó un aparato análogo al de Pénaud, perfeccionado sobre el de éste, pero á planos escalonados, y que no solamente no requería impulso inicial como el de Pénaud, sino que además no se limitaba á descender, pues podía ascender ligeramente en el aire; este aparato representa un adelanto considerable y digno de tenerse en cuenta, por ser la aplicación de principios científicos.

Victor Tatin, poco después, construyó un aparatito á resorte que luego substituyó por otro con motor á aire comprimido, el que se elevaba por sí mismo y giraba en el aire alrededor de un punto, al que

se hallaba ligado; el mismo Tatín opinaba que en vuelo libre, difícilmente se hubiera mantenido el aparato, por falta de estabilidad. Años después con Richete en 1890, ensayó un modelo de 33 kilogramos de peso, de la forma de Cayley, á dos hélices; el primer vuelo

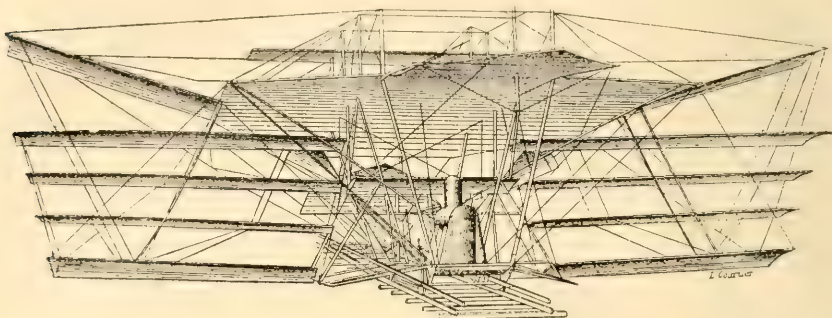


Fig. 8. — Aeroplano Maxim

dió hasta 90 metros, recorrido que aumentó después; el motor era de 1,66 caballos. En 1896 llegó á recorrer 140 metros; el lanzamiento se hacía por plano inclinado y sobre rieles.

Hirán Maxim, el conocido fabricante de cañones y ametralladoras,

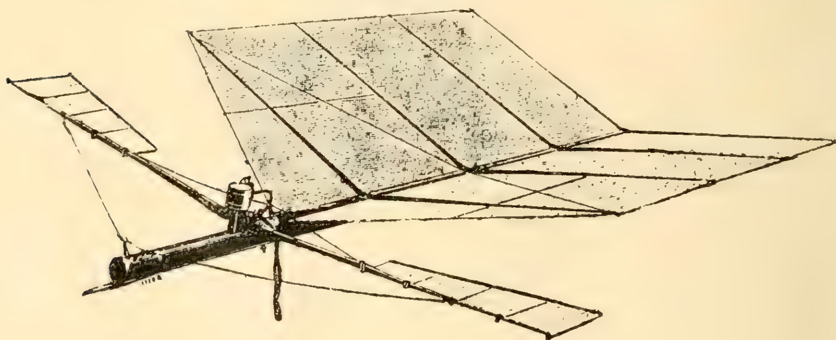


Fig. 9. — Aeroplano ornitóptero de Hargrave

construyó un multiplano en 1895, con el que realizó experiencias de verdadero valor.

El aparato pesaba 3,640 kilogramos tenía 557 metros cuadrados de superficie y un motor á vapor de 363 caballos, cuya máquina se consideraba una maravilla mecánica; en el peso indicado se comprendían

tres personas, el aceite, agua y nafta. Se deslizaba por una pequeñísima pendiente y estaba provisto de un contrarriel superior, con un pequeño juego, para evitar que la máquina elevara su vuelo más de los 60 centímetros que permitía la equidistancia de riel y contrarriel.



Fig. 10. — Tren de cometas sustentando una barquilla tripulada

Después de un recorrido de 180 metros, el aparato se apoyó completamente en los contrarrieles superiores, abandonando por tanto el apoyo y al recorrer 270 metros el eje posterior se rompió, volcándose el aparato. El esfuerzo necesario para romper este eje era de 5000



Fig. 11. — Lanzamiento de un elemento celular

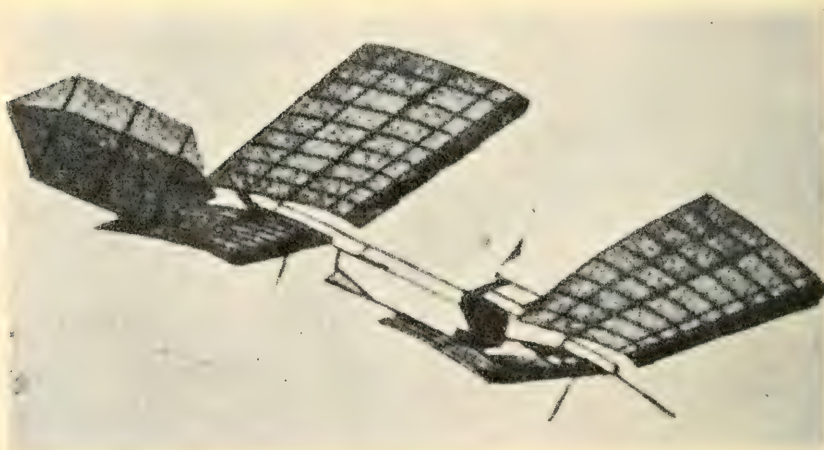


Fig. 12. — Aeroplano Langley

kilogramos por tanto el empuje ascensional del aparato era en 1000 kilogramos, superior á su propio peso, por lo menos.

Horacio Philipps construyó un pequeño aparato á persianas, con motor, el que consiguió abandonar la pista, sin piloto, en un trayecto de 300 metros; sus experiencias corresponden á 1893. Su sistema á persianas fué el resultado de sus estudios analíticos y prácticos que lo condujeron á darle una superficie ligeramente curva, como lo había establecido Cayley.

Hargrave, en 1890, ideó una combinación de aeroplano con ornitóptero, siendo los planos sustendores en forma de diedro y delante de ellos dos pequeñas alas batientes con motor á aire comprimido de un tercio de caballo; este modelo llegó á volar 156 metros con bastante seguridad. En 1893 ideó sus cometas celulares, con un tren de los cuales al año siguiente realizó una ascensión personal. En 1896 el oficial inglés Badenpowel se eleva á 100 metros de altura con un tren de cometas.

El profesor norteamericano Samuel Pierpont Langley, astrónomo y matemático de gran valer, es otra cumbre de la aviación. En efecto, Langley que era secretario perpetuo de la *Smithsonian institution*, dejó una obra técnica y científica experimental de la más alta importancia. En 1889 hizo un estudio completo, investigando las leyes de la resistencia del aire que fueron publicadas en un libro. El valor del coeficiente de resistencia del aire, hallado por Langley, es $K = 0{,}08$, igual al que dieran las experiencias más modernas.

Hizo cuatro modelos de aeroplanos: el primero provisto de un motor de ácido carbónico y los demás á vapor; los resultados de los ensayos fueron nulos.

Por fin con su quinto modelo, monoplano en tandem y con un motor de 1 HP, el 6 de mayo de 1896 realizó un vuelo de 900 metros, pesando el aparato 13 kilogramos; después repitió los ensayos sobre el Potomac, llegando el modelo á recorrer 1600 metros en 1 minuto 45 segundos, ó sea con una velocidad de 54 kilómetros por hora y conservándose en perfecto equilibrio á pesar de lo largo del recorrido y no ser manejado por nadie.

El gobierno de Estados Unidos se interesó en el aeroplano y resolvió acordar á Langley 250.000 francos para construir un aparato que fuera capaz de llevar un hombre; dicho aparato se construyó con una superficie de 97 metros cuadrados y un peso, comprendiendo al piloto, de 377 kilogramos. El motor á esencia era de 52 HP y sólo pesaba 150 kilogramos, teniendo 5 cilindros.

Los lanzamientos se verificaron desde lo alto de una especie de



Fig. 13. — El avión de Ader con las alas desplegadas

chata flotante ; el primer ensayo se hizo el 7 de octubre de 1903, pero enredado el aparato en la plataforma, cayó al Potomac con su piloto el profesor Mauly. El 8 de diciembre se hace otra experiencia, con

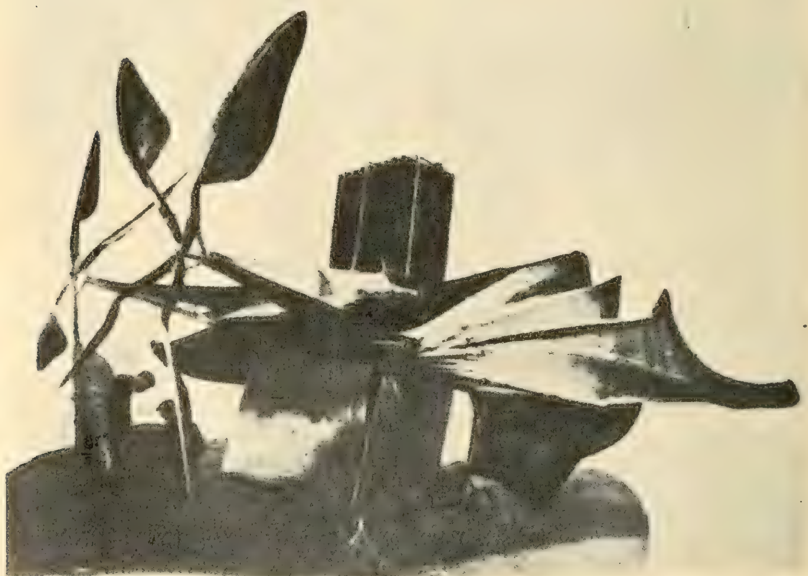


Fig. 14. — El avión de Ader con las alas reforzadas

igual resultado, y poco tiempo después, agotados los fondos que diera el gobierno, se hizo un tercer ensayo, con fondos particulares, el que también fracasó.

Langley murió el 27 de febrero de 1906, alcanzando á ver que se resolvía el problema al cual había consagrado una buena parte de su vida, pues los hermanos Wright hacían entonces grandes vuelos.

La experiencia con los modelos, fué de lo más notable que se hiciera hasta entonces.

M. Bleriot, en 1907 y 1908 con el mismo tipo de aparato que Langley, pero dispuesto para partir sobre tierra y poder recomenzar sus experiencias, sin mucho gasto, logró volar, siendo ese uno de los primeros vuelos realizados.

El ingeniero Clemente Ader, conocido físico contemporáneo, construyó en 1882 su primer avión que llamó Eolo, para fines militares. Sus alas eran plegables; se movía á vapor con dos hélices anteriores, timón y tren de aterraje de tres ruedas.

Posteriormente en 1890, realizó vuelos hasta de 50 metros, si bien no hay confirmación de estos datos, pues sus informes, como militares, fueron rigurosamente secretos. En 1892 el taller de Ader se militarizó por completo.

Militarizado el taller, se construyó el avión número 2, á tracción central, y el avión número 3 á doble tracción, el cual se experimentó en el campo militar de Santory en octubre de 1897. El vuelo de este avión, cuyo peso era de 500 kilogramos con motor de 30 caballos, alcanzó á 300 metros.

El gobierno francés mantuvo en secreto el informe de la comisión designada para estudiar los aviones, pero después de él, le fueron cortados á Ader los subsidios oficiales que habían alcanzado á medio millón de francos.

Detengámonos otra vez. Vamos á cerrar el período científico para entrar en el de aplicación; la figura valerosa de Lilienthal, aparece como otra cumbre de la aviación y su método de experimentación, así como la magnitud de la labor que realizara, lo colocan al lado de Cayley y Leonardo da Vinci, los otros genios que marcaron época en este importante asunto. Después de Lilienthal el dominio de los aires queda asegurado para siempre y entramos en el período presente de la navegación aérea.

*

### 4. *Período de aplicación*

La historia de la aviación, hasta Lilienthal, había recorrido las etapas iniciales del desenvolvimiento de todas las ideas é inventos humanos. La leyenda más hermosa había mantenido viviente el recuerdo de esta aspiración de todos los tiempos y de todos los paí-

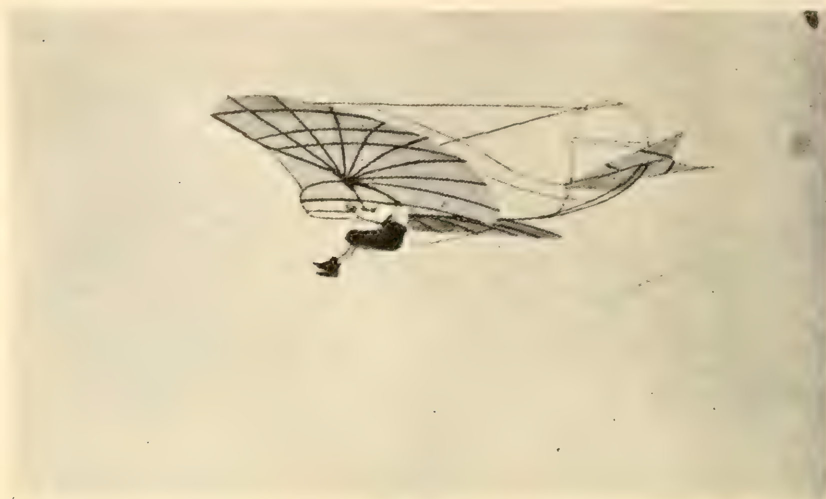


Fig. 15. — Primer aparato de Lilienthal, 1893

ses; el paulatino crecimiento de las ciencias positivas, había ido preparando los elementos necesarios para su concepción racional; la observación había prestado su concurso soberano para crear ó modificar los dispositivos, pero faltaba aún realizar la experimentación como método final para el más rápido progreso.

Así la conquista de los aires, había de seguir el proceso universal de los conocimientos. Cuando por primera vez se ofrece á la investigación humana una cuestión de interés ó importancia, hasta entonces no considerada por cualquier causa, la razón que la examina y estudia, establece una serie de principios, preceptos ó raciocinios, por el sólo ministerio de la intuición pura. La ausencia de antecedentes, de premisas concretas ó de fenómenos observados ó conocidos, conduce á la mente humana á suplirlos, como suple la carencia de

leyes por hipótesis, y los hechos documentados por conjeturas.

Con el transcurso de los tiempos, el ejercicio de los conocimientos y la aplicación de las hipótesis sentadas, comienza á crearse un organismo, á cada instante más complejo, que permite revisar y rever las teorías aceptadas y á medida que se acumula el material recogido, el raciocinio, provisto de mejores armas, busca y encuentra mayores

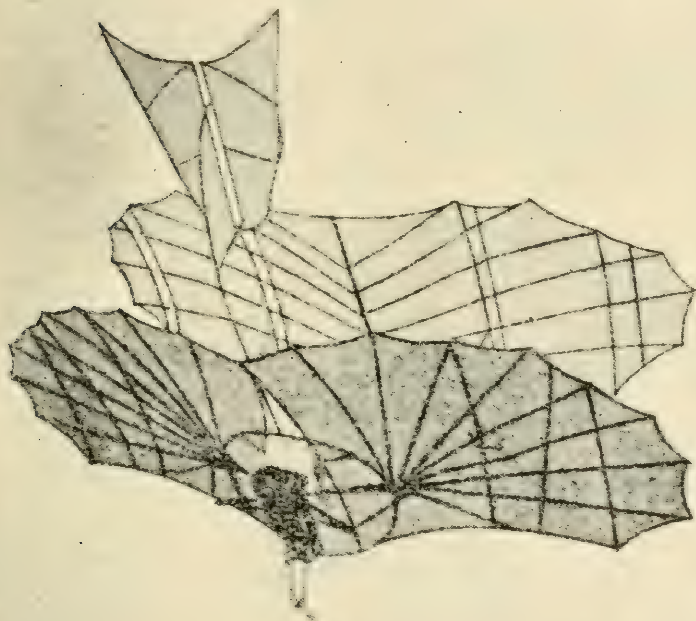


Fig. 16. — Nuevo aparato de Lilienthal, 1895

elementos de juicio y le es dado desechar las primeras hipótesis y conjeturas puramente intuitivas, para substituirlas por otras más firmes y duraderas, dado que resultan ya de un proceso formal de deducción, que es posible aplicar, cuando se ha logrado reunir antecedentes y nociones bastantes, para construir dicho proceso deductivo.

Desde ese instante es ya posible aprovechar, en todo su beneficio, de la observación en procura de nuevos hechos y otros elementos dis-

cretamente elegidos, y á poco será ya preciso recurrir á un método más activo y dinámico y más positivo, para satisfacer la demanda cada vez más imperiosa de comprobaciones, datos y detalles de mecanización del edificio que se construye. Tal el método experimental



Fig. 17. — Lilientał aterriza con su biplano, 1895

que en aviación iba á poner en práctica Lilienthal, cuya escuela diera resultados tan decisivos é inmediatos.

Lilienthal tuvo la virtud de comprender que la aviación había llegado al período experimental y por este juicio se propuso ir determinando paulatinamente las condiciones que debía satisfacer un aeroplano para recorrer seguramente los aires. El problema se le aparecía desde luego, descompuesto en dos partes principales. Eran éstas : 1ª la estabilización del aparato y 2ª su impulsión; cada una de estas partes encerraba á su vez una serie de problemas importantes que

era preciso resolver por experiencias personales repetidas, las cuales debían realizarse, como es natural, con un aparato teórico, construído de acuerdo con los conocimientos y las hipótesis más racionales, que la experiencia había de corregir.

Se propuso, en primer término, determinar la influencia de la inclinación de las alas en los vuelos, la conveniencia de la forma curva, la amplitud de su superficie y forma más apropiada.

Con estos fines proyectó una estación experimental sobre una



Fig. 18. — El aparato de Lilienthal, con motor, 1895

pequeña colina, elevando algunos terraplenes destinados á facilitar sus experiencias; construyó un hangar en forma de torre, desde cuyo techo podía lanzarse.

Las alas que usaba Lilienthal estaban constituídas por nervaduras, de modo que pudieran replegarse con facilidad para hacer más sencillo su transporte de un punto á otro. Se lanzaba generalmente contra el viento y desde sus primeros vuelos, los que no pasaban de 10 ó 15 metros, comenzó á hacer notables observaciones que fueron reformando constantemente el aparato.

Desde luego, la diversa incidencia del viento, sobre una y otra ala, le hizo reducir su longitud para asegurar su dominio y conservar y restablecer rápidamente el equilibrio. El ancho de las alas quedó tam-

bién limitado, á fin de poder cambiar la posición del centro de gravedad, con esfuerzo pequeño; el aviador debía colocarse en la parte delantera del aparato, por ejercitarse inicialmente en ella la presión del viento.

Con estas y otras observaciones llegó á establecer la forma y dimensiones de las alas, la disposición del aparato, la manera de aterrizar. Convencido de la insuficiencia de las fuerzas humanas para el manejo y maniobras del aparato, decidió construir un motor á vapor de dos caballos efectivos y de 20 kilogramos de peso; sus propósitos eran,

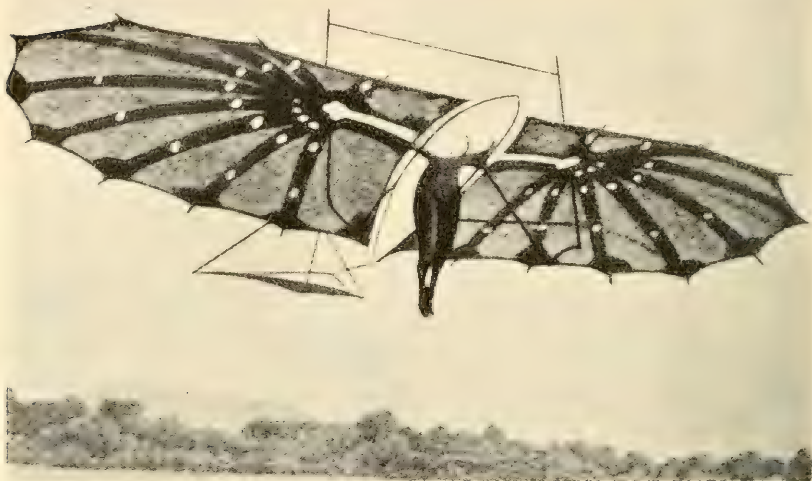


Fig. 19. — Aeroplano de Pilcher, 1898

utilizar el motor en su tipo de alas y luego agregar alas móviles, las que serían animadas por el motor, cuando la experiencia le hubiese mostrado las ventajas de este procedimiento.

Dedujo también que, provisto de motor el aeroplano, sus alas no debían tener tanta curvatura como en el caso de las experiencias sin motor.

« En conclusión, afirma, la única manera de superar las ventajas del batir de las alas, consistiría en el uso de la hélice aérea, á la vez propulsiva y sustentadora. Solamente las experiencias pueden conducir al éxito. »

Las experiencias de Lilienthal llegaron á dos mil y era tal la pericia adquirida en tantos vuelos, que los últimos se realizaban ya con

vientos fuertes é irregulares, alcanzando en ellos á recorrer distancias de 100 y 150 metros, sin motor. En 1894 construyó un biplano, habiendo ya logrado evolucionar en el aire, describir curvas y casi retornar al punto de partida. En 1896, hizo construir un aparato provisto de motor, de dos caballos y medio; por esa época hizo sus últimos vuelos, que alcanzaron á 300 metros en 12 segundos, sin motor, y cuando se disponía á ensayar su nuevo aparato provisto de motor, se mató el 12 de agosto de 1896, precipitándose de una altura de 16 metros, sorprendido por una borrasca que hizo bascular completamente su aparato.

Las experiencias de Lilienthal y sus resultados habían sido nume-

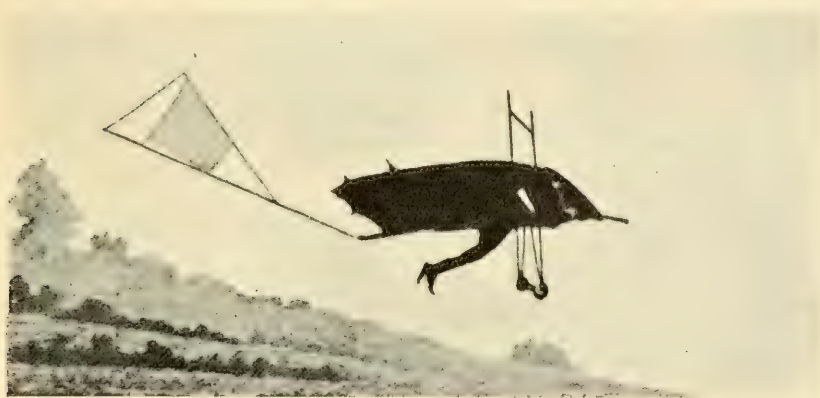


Fig. 20. — Pilcher descendiendo para aterrizar, 1899

rosamente publicados y reproducidos, y el valeroso experimentador había ya conseguido formar escuela antes de morir. Pero cabe decir que todo cuanto le sigue, en este período extraordinario que media entre su muerte y los actuales vuelos por centenares en todas partes y en todas formas, es sólo la consecuencia de sus audaces vuelos, de su empuje y valentía y de sus métodos de trabajo.

Los continuadores más inmediatos de Lilienthal fueron Pilcher en Inglaterra, Chanute y los Wright en los Estados Unidos, Ferber y Santos Dumont en Francia.

Pilcher continuó las experiencias de Lilienthal, realizándolas en forma análoga, hasta que abandonó el método de lanzamiento de aquél, haciendo arrastrar su monoplano por un caballo al gran galope; el aparato remontaba como una cometa, en cuyo instante Pilcher soltaba la cuerda que lo retenía y el aeroplano continuaba su vuelo,

animado de la velocidad é impulsión recibidas. Audaz como su maestro, cometía la imprudencia de volar en días tempestuosos, lo que al fin le ocasionó la muerte, á fines de 1899.

El mismo día en que Pilcher sucumbía en una caída de su aparato, el capitán Ferber en Francia iniciava nuevas experiencias con un monoplano de 25 metros cuadrados de superficie y ocho metros de



Fig. 21. — El aparato de Chanute

abertura, que se destrozó en un primer accidente. Ferber construyó tres aparatos más, con los que pudo hacer dos vuelos de 15 y 24 segundos. Puesto ya en comunicación con Chanute de Estados Unidos en 1901, construyó luego un biplano de 50 kilogramos de peso y 33 metros cuadrados de superficie de sostén; con él voló hasta 50 segundos, decidiéndose entonces á aplicar un motor de cuatro á seis caballos, que le permitiera efectuar las experiencias que Lilienthal no alcanzara á realizar.

Pero Ferber pudo volar positivamente, recién en 1908, con el noveno aeroplano, provisto de un motor de 50 caballos, con el que salvó 300 metros; para entonces ya los Wright y Santos Dumont

volaban largamente y desde años atrás. Ferber falleció, también víctima de la aviación, en 1909.

Desde los primeros pasos de Lilienthal por los nuevos métodos,



Fig. 22. — Herring y Avery, 1899

para la conquista del aire, el conocido ingeniero yankee, don Octavio Chanute, comprendió que la historia de la aviación entraba en un nuevo período y se propuso seguir los esfuerzos del esforzado experimentador y secundarlos.

Su avanzada edad, sin embargo, no le permitía efectuar los experimentos personalmente, sino por excepción, de modo que tuvo que

recurrir á sus discípulos Avery y Herring, quienes continuaron las experiencias por algún tiempo. Chanute construía un multiplano y con él se lanzaba al aire desde lo alto de un cerro, planeando sin dificultad hasta alcanzar tierra sin violencia.

Por aquella época Chanute se puso en contacto con los hermanos Wright, que desde tiempo atrás habían mostrado predilección por este género de estudios. Hacia 1900, con los datos contenidos en las publicaciones de Chanute, derivadas de las experiencias de Lilienthal, los Wright construyeron un biplano, que efectuó algunos vuelos



Fig. 23. — Otro tipo de planador Chanute, 1899

planeados, y durante los años 1900 á 1902 introdujeron algunas modificaciones á los primeros tipos de planeadores; en primer término, la cola estabilizadora fué suprimida, reemplazándola por un plano delantero horizontal, destinado á permitir el ascenso ó descenso del aparato á voluntad del aviador; dicho plano se podía inclinar con facilidad y hacer el efecto de timón de altura. En tales condiciones, se les ocurrió que podían cambiar el método de lanzamiento utilizando el timón descripto.

Ayudados por algunos auxiliares, imprimían un movimiento de avance al aparato hasta adquirir alguna velocidad, en cuyo momento, con un golpe de timón de altura, abandonaban el suelo y conseguían volar hasta 200 metros.

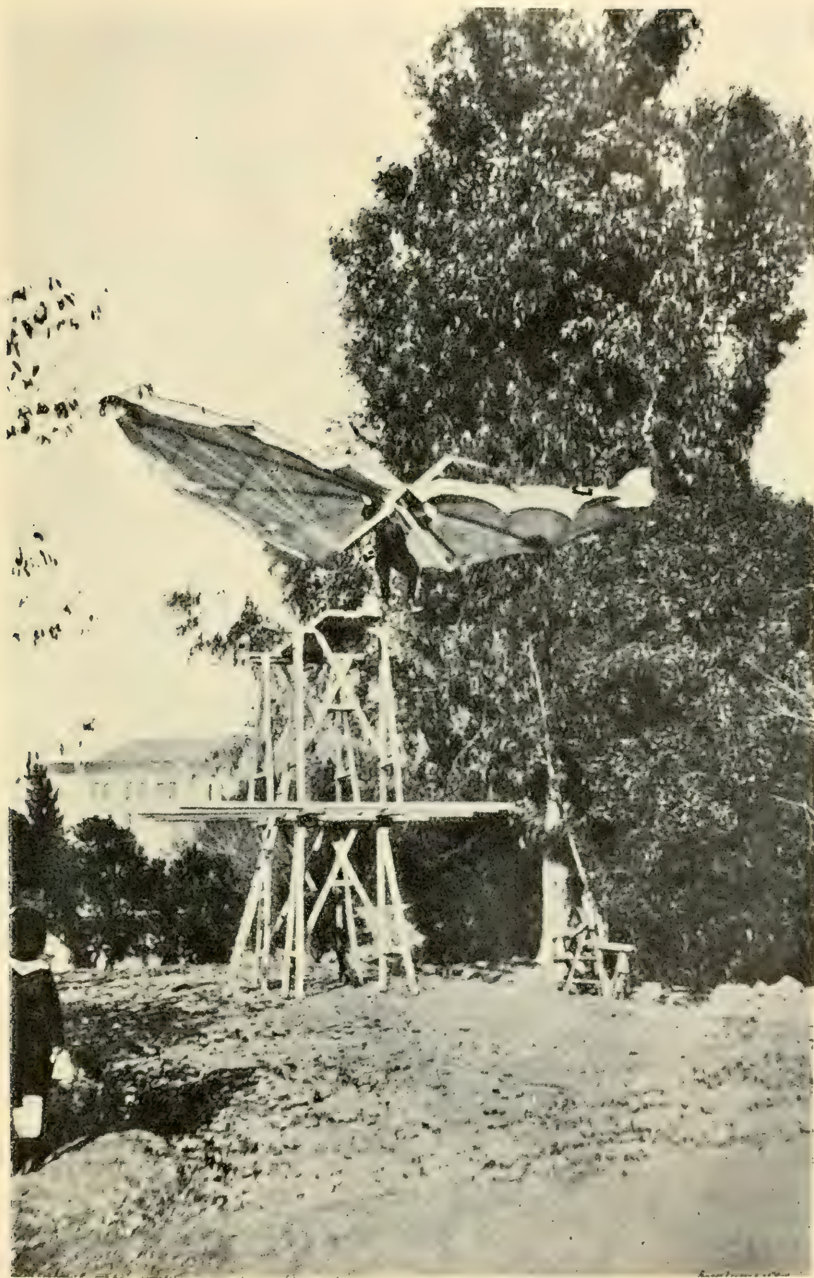


Fig. 23. — El aeroplano número 4 de Ferber en Niza, 1901

Introdujeron también el encorvamiento de la extremidad de las alas, variable á voluntad, y de ese modo pudieron no sólo restablecer el equilibrio, en caso necesario, sino también producir virajes y modificaciones en la marcha. En estas condiciones hicieron una gran cantidad de vuelos en los que alcanzaron una gran seguridad, bajo todos los aspectos. Se reprodujeron entonces las frecuentes experiencias



Fig. 24. — Wright en 1901, sin motor

que diez años antes efectuara Lilienthal y fué posible aumentar día á día el número y género de los conocimientos adquiridos. El biplano de estas experiencias pesaba 53 kilogramos con una superficie de sustentación de 28 metros cuadrados; la longitud total del aparato era en algo inferior á 10 metros y la separación de los planos alcanzaba á $1^{m}5$.

Recién en 1903 tuvieron el pensamiento de adoptar un motor á su aeroplano, cuando ya habían adquirido el pleno dominio del planador y asegurado su éxito como tal.

El citado sabio Chanute daba el 2 de abril de 1903, en la sociedad Aero club de Francia, su gran conferencia sobre la aviación.

Señala esta conferencia una fecha histórica de importancia: puede considerarse como punto inicial del cuantioso y bien meditado trabajo de investigaciones y las aplicaciones que crea la locomoción aérea moderna por medio de aparatos mecánicos.

En ella el ilustre americano después de haber reasumido su trabajo

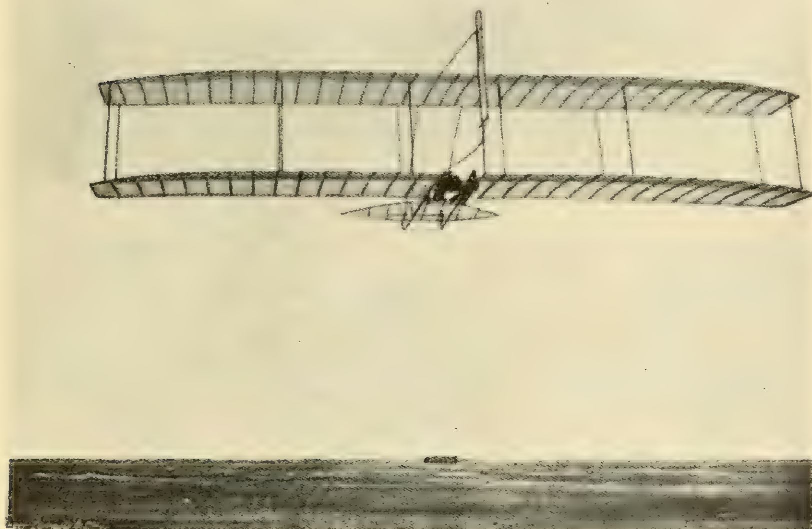


Fig. 25. — Wrigth en 1902, sin motor

y examinado los estudios sobre el vuelo iniciado por Lilienthal, relata datos y hechos que demuestran cómo, en los Estados Unidos, el problema se aproxima á la solución, por obra de Orville y Wilbur Wright, habitantes de la ciudad de Dayton. Por primera vez el nombre, después famoso, de los dos grandes aviadores americanos se hacía conocer de Europa. Los más sorprendidos por tan inesperada revelación, la consideraron con cierto escepticismo. Dos personas, empero, se interesaron vivamente: el capitán Ferber que hacía entonces sus experiencias de vuelo sin motor, en Niza, y el notable automovilista Archdeacon.

Este último, en el diario *La locomoción,* escribió un extenso artículo en el cual tendía á atraer la atención del público, sobre el problema

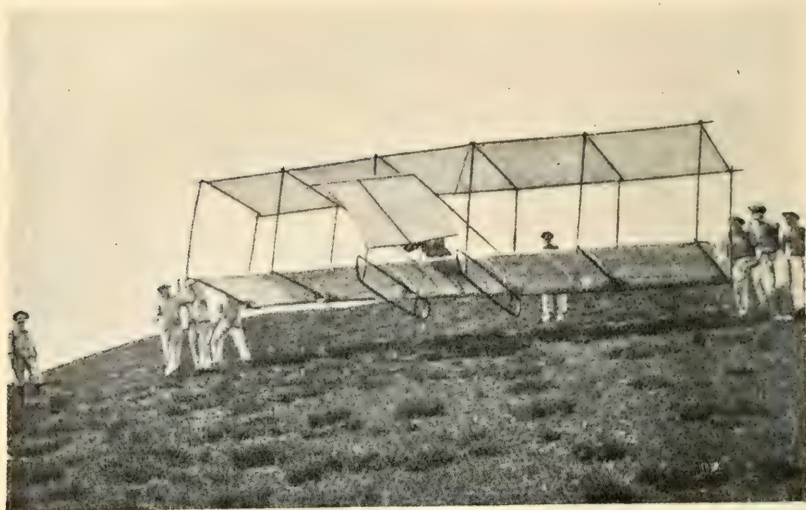


Fig. 26. — Ferber en 1902, sin motor



Fig. 27. — Los Wright volando con motor en 1905. El problema resuelto

de la aviación, con el fin de que la solución tan buscada en Europa, no fuera resuelta antes en América.

Chanute, entretanto, antes de volver á los Estados Unidos, prometió á sus amigos franceses informarlos sobre los éxitos obtenidos por los hermanos Wright. En efecto, mandó pocos meses después una extensa carta, en la cual reasumía los resultados y los métodos que permitieron obtenerlos.

En enero de 1904, el diario *L'aérophile* publicó la primer carta en que los Wright anunciaban haber realizado un vuelo de 250 metros el

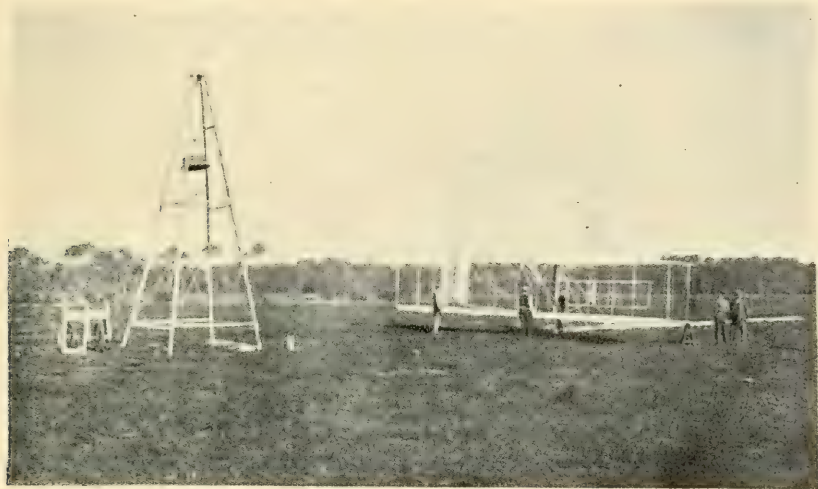


Fig. 28. — Lanzamiento del aeroplano Wright

17 de diciembre de 1903, en biplano con motor, á pesar de soplar un viento de más de 40 kilómetros por hora. Á una afirmación análoga, que seguía á las noticias dadas ya por Chanute, tendientes á demostrar cómo realmente en América se estudiaban y se obtenían resultados prácticos, no se le dió crédito.

Dos grandes diarios ingleses y *L'illustration* francesa publicaron fotografías que representaban los aparatos de los hermanos Wright en el aire.

Estos documentos gráficos fueron considerados apócrifos. En Europa se obstinaban en no dar crédito á estos resultados satisfactorios: llegaban siempre nuevos documentos que, malgrado sus afirmaciones categóricas, no lograron obtener mayor fe.

El primero de ellos fué una carta de los hermanos Wright al ca-

pitán Ferber, quien mantenía estrecha correspondencia con ellos.

Esta carta es de la mayor importancia y la reproducimos en su parte esencial.

« Nuestras experiencias del mes pasado nos han demostrado que poseemos desde ahora máquinas volantes prácticas, aplicables á varios fines. El 3 de octubre de 1905 hemos realizado un vuelo de 24 kilómetros 535 metros, en 25 minutos y 5 segundos. El día siguiente la distancia fué de 33 kilómetros 456 metros en 31 minutos y 17 segundos. El 5 de octubre nuestro vuelo duró 38 minutos y 3 segundos, cubriendo una distancia de 39 kilómetros y nuestra detención fué causada por falta de bencina. Los espectadores de estos vuelos se entusiasmaron de tal modo que no fueron capaces de guardar el secreto. En vista de que nuestras experiencias estaban por ser del dominio público, suspendimos nuestros experimentos hasta conseguir un lugar apropiado para mantenerlas en reserva.

« Nuestra intención es de ofrecer el aparato á varios gobiernos para aplicarlo á fines militares. Si usted cree que su gobierno se interesará en ello, podemos ponernos en correspondencia con él. Estamos prontos para proveer por contrato, máquinas que serían entregadas sólo después de una prueba de más de 40 kilómetros.

« El aparato tiene capacidad para transportar el aviador, y una provisión de becina para realizar más de 100 kilómentos ».

La afirmación de haber cumplido trayectos superiores á 20 kilómetros y la propuesta de proveer aeroplanos capaces de hacer viajes de más del doble, parecía cosa no sólo exagerada sino del todo inverosímil en una época en que en Europa un vuelo de 500 metros, había sido considerado un resultado sorprendente. Se creyó entonces que se trataba de una afirmación de los inventores, sin comprobación alguna.

El capitán Ferber solicitaba en tanto de los hermanos Wright explicaciones complementarias y al mismo tiempo rogaba á Chanute las confirmase.

El 4 de noviembre se recibió una nueva carta de Wright, en la cual confirmaba lo dicho anteriormeute y ofrecía en venta su privilegio, por la suma de un millón de francos.

Chanute confirmaba también la propuesta.

El silencio absoluto de la prensa americana al respecto, justificaba el escepticismo europeo.

Los Wright celosísimos de su invento, habían hecho de manera que ni los mismos diarios de Dayton dieran noticia alguna de sus vuelos.

Además, las experiencias se prosiguieron con el mayor secreto sin espectador alguno.

Ante el escepticismo de los franceses, los dos americanos contestaron con un silencio absoluto, que debía durar más de tres años.

Antes de proseguir daremos á conocer los resultos obtenidos por los Wright en el primer período de sus experiencias, á saber:

| Fecha | Distancia en kilómetros | Duración |
|---|---|---|
| 1903 diciembre 17 ...... | 0.260 | 0m59s |
| 1905 septiembre 6....... | 10.120 | ? |
| — 26 ...... | 17.961 | 18.9 |
| — 29 ...... | 19.570 | 19.55 |
| — 30 ...... | ? | 17.5 |
| octubre 3......... | 24.535 | 25.5 |
| — 4......... | 33.456 | 33.17 |
| — 5......... | 38.956 | 38.3 |



Fig. 29. — Primera experiencia de aviación de Santos Dumont, 1906, con motor

Después de los vuelos, ya definitivos de los Wright en Estados Unidos, á los que no se había prestado fe alguna en Francia, como decimos, á pesar de las declaraciones de Chanute, Ferber, Archedacon y de las comunicaciones del mismo Wright al Nuevo Club de Francia, se realizaron en Bagatelle las famosas experiencias controladas del ingeniero brasileño Santos Dumont, en 1906.

Desde diciembre de 1903 en que los Wright hacían su primer vuelo, con motor, la aviación había quedado definitivamente creada, y desde el 23 de octubre de 1906 no pudo caber duda alguna, desde que Santos Dumont, con otro aparato, realizó vuelos en su biplano celular, inspirado en Hargraves.

Aconsejado por Ferber y Archdeacon, se dedicó Santos Dumont á estos estudios. Construyó su primer aeroplano número 14, adoptó un motor de 24 caballos; con éste, el aeroplano no logró elevarse y debió reemplazarlo por un motor de 50 caballos; la hélice que era de

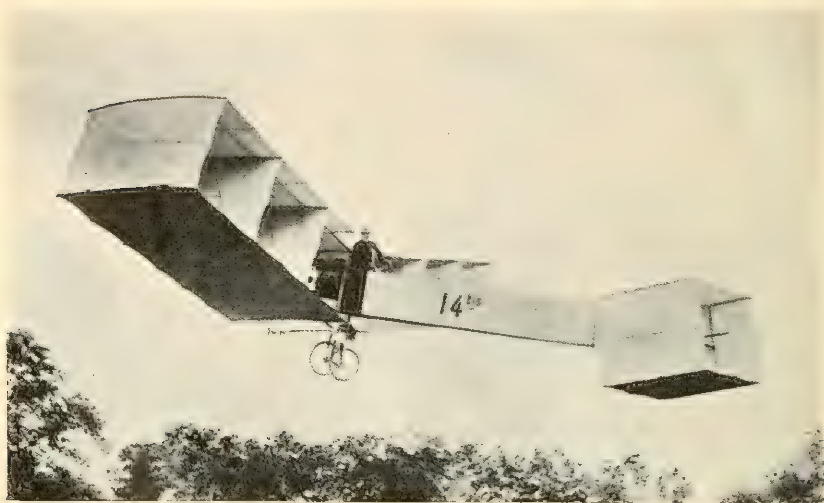



Fig. 30. — Primer vuelo oficial europeo con motor. Santos Dumont el 23 de octubre de 1906

madera fué sustituída por otra de acero, que terminaba en palas de aluminio; el aparato así transformado se llamó número 14 bis y en el que estaba destinado á efectuar el primer vuelo europeo.

Este aparato estaba constituído por un largo pico, seguido por los planos sustentadores, en forma de células Hargrave, móviles en el sentido vertical y horizontal; venían, pues, á desempeñar el papel de timón de dirección y de profundidad. La superficie de sustentación alcanzaba á 52 metros y el peso del aparato llegaba á 300 kilogramos, comprendido el piloto.

El primer vuelo constatado oficialmente, de este aparato, tuvo lugar el 23 de octubre de 1906, en que consiguió elevarse del suelo, algunos metros, recorriendo, sin sustentación, un espacio de 70 á 80 metros. La falta de estabilidad lateral le obligó á tocar tierra; la hazaña

tuvo incrédulos, hasta que el 12 de noviembre del mismo año, Santos Dumont hizo un nuevo vuelo de 220 metros. Luego los vuelos se sucedieron sin interrupción y entraron al dominio de las maravillas diarias, sobre todo cuando los Wright llegaron á Francia, iniciando sus vuelos en agosto de 1908.

En el año 1905 se agregaban á la pléyade de los que trataban de resolver el gran problema, Gabriel Voisin y Archdeacon, quienes juntos construyeron planadores para continuar la obra de Lilienthal.

Colocaban el aeroplano sobre un bote automóvil, el cual les facilitaba el lanzamiento; en tales condiciones alcanzaron á recorrer 150 metros á 17 de altura.

Á fines de 1905, Voisin instalaba un establecimiento industrial, destinado á construir aeroplanos; asociado primeramente á otro gran industrial, M. Blériot, entregaron entonces la aviación á los recursos poderosos y fecundísimos de la industria, y con ello y con las felices aplicaciones del motor que se efectuaban ya, la aviación conquistó un lugar prominente en la historia de la locomoción y de las comunicaciones humanas. tan vinculadas á la historia misma del desenvolvimiento del progreso y la civilización universales.

La historia de los aparatos construídos por Voisin, es la del estado actual de la aviación. En esos momentos, los Wright llegaron á Francia con sus aparatos y desde el 10 de agosto de 1908 en que volaron durante 1 minuto y 43 segundos, hasta el 18 de diciembre del mismo año en que llegaron á 100 kilómetros, franqueando 100 metros de altura, puede decirse que se acumulan las proezas más estimables de la aviación. Desde entonces lo que hicieron Farman, Blériot, Esnault Pelterie, Delagrange, Equevillez, Santos Dumont y Latham, entran en lo que podríamos llamar el « estado actual de la navegación aérea », que dará motivo á conferencias de otro consocio.

Aplicados la hélice y el motor por todos los fabricantes y transformado el motor al través de una de las evoluciones industriales más asombrosas que registran las creaciones de los tiempos modernos — y de las que nos ocuparemos al tratar el tema de la aerostación — el dominio de los aires quedó conquistado por el aeroplano en forma que es de todos conocida. Los triunfos sucesivos que han ido obteniendo los pilotos de todos los países son tan continuos; numerosos y felices, que su enumeración llega ya á carecer de interés; todos los aparatos vuelan, con todas las disposiciones y con cualquier tiempo; la pericia de los pilotos salva ya en gran parte las deficiencias de los aero-

planos y el vuelo es un hecho frecuente y normal, incorporado para siempre á los bienes adquiridos definitivamente.

La sencillez de las aparatos es también cuestión digna de mentarse; veremos luego en una cinta cinematográfica, el procedimiento empleado en una gran casa industrial para fabricar un aparato Blériot, y por ella podrá constatarse que se trata de un mecanismo sencillo, seguro y de fácil dominio.

*(Continuará.)*

# LA TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES

## APLICADA Á LA UNIÓN DE DOS ÁTOMOS IDÉNTICOS Y Á LA COMBINACIÓN DE DOS ÁTOMOS MONOVALENTES DISTINTOS

---

Al leer hace poco el artículo notable del doctor Horacio Damianovich (*), llamó mi atención la fórmula de Lemoine (pág. 295):

$$\frac{dy}{dt} = \sqrt{2}\,\pi\rho^2 u \mathrm{NN}' = \mathrm{K}\,.\,\mathrm{NN}' \qquad (1)$$

en la cual, según el concepto de este sabio, $u$ representa la velocidad probable de los átomos de uno de los dos gases mezclados, cuando se considera á los del otro como inmóviles, estando esta velocidad ficticia ligada con las velocidades reales probables $v, v'$ de los dos gases por las relaciones:

$$\left.\begin{aligned} u &= v + \frac{1}{3}\frac{v'^2}{v^2}, \qquad \text{si } v' < v \\ u &= v' + \frac{1}{3}\frac{v^2}{v'^2}, \qquad \text{si } v' > v \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

El interés despertado se explica por dos motivos: 1° porque me parecía resultar que la velocidad $u$, muy poco superior á las veloci-

(*) Sobre algunos problemas de cinética química: *Aceleración, inducción y velocidad adquirida en las transformaciones isotérmicas* (*Anales de la Sociedad química argentina*, T. I, pág. 289).

dades $v$, $v'$, según las relaciones (2) había de tener sin embargo un valor muy grande:

$$n = \frac{K}{\sqrt{2}\,\pi\rho^2}$$

por ser $\rho^2$ una cantidad sumamente pequeña del orden de las dimensiones del átomo; 2° porque se vislumbraba la posibilidad de calcular la *velocidad óptima* más favorable á la combinación química de dos átomos, ó sea la formación de una molécula por la unión de dos átomos procedentes cada uno de uno de los dos gases distintos.

Para ello, había que calcular teóricamente el número K que figura en la fórmula (1) en función de una cantidad mensurable.

Para llegar á este cálculo, tenía que penetrar en la teoría estatística, y, al hacerlo, me ocurrió la idea de presentar un resumen de aquélla en lo que se refiere: 1° á la unión química de dos átomos de gas idénticos; 2° á la afinidad entre dos átomos de gases monovalentes distintos, para después tratar de deducir de esta exposición una fórmula que se pudiese comparar con la de Lemoine.

Me atrevo á esperar que, con esto, no hago un trabajo del todo inútil, aun en el caso en que no sirviera sino para dar á conocer á los lectores poco familiarizados con ellas, la hermosas teorías estatísticas de Maxwell y Boltzmann en la parte más interesante desde el punto de vista físico-químico.

## I

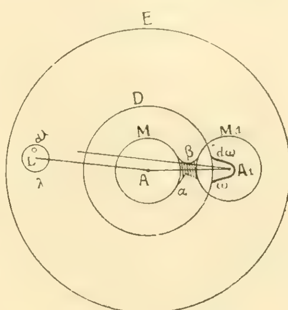
## DEFINICIONES

Según las ideas de Jean Perrin, el volumen ocupado por un átomo no está llenado por la materia de una manera uniforme, estando aquélla en su mayor parte condensada en el centro.

Sea M el contorno del átomo. Admitiré que la atracción química no es sensible sino en una sola región, ligada con aquél de un modo invariable y pequeña con respecto á su volumen. Llamaré á esta región el *dominio sensible* del átomo. Está en contacto inmediato con la superficie M de éste. Indicaré con el nombre de *eje del átomo* á toda recta que une el centro de gravedad con un punto cualquiera del dominio sensible.

La acción química no se podrá ejercer entre dos átomos, sino cuan-

do sus *dominios sensibles* respectivos *se toquen ó se penetren* un poco. En tal caso se encuentran químicamente ligados el uno con el otro; pero pueden hallarse en contacto por cualquiera otra región de sus superficies, sin que se manifieste ninguna acción química. Por otra parte, el dominio sensible ha de ocupar una porción de la superficie total del átomo bastante pequeña para que quede imposible todo contacto simultáneo ó penetración mutua de los dominios sensibles de tres átomos á la vez.




Admitiremos, para simplificar las reacciones, que los átomos son esféricos, siendo $\sigma$ el diámetro de cada uno.

Sea A el centro del átomo M; el espacio $\alpha$ representa su dominio sensible que puede ser ubicado parcialmente en el interior; supondremos, sin embargo, para mayor claridad del dibujo, que se halla limitado por la superficie exterior M, hipótesis por otra parte conforme con el concepto del átomo del todo impenetrable.

Sea $A_1$ el centro de otro átomo $M_1$ ligado químicamente con el primero, $\beta$ el dominio sensible que ha de penetrar un poco en el dominio $\sigma$ ó, por lo menos, estar en contacto con él.

Consideremos ahora una *esfera de protección* D de radio igual al diámetro $\sigma$ del átomo y de centro A. Sea también un espacio $\omega$ limitado por la esfera D que llamaremos *espacio crítico,* definido por las condiciones siguientes. Los dominios sensibles $\alpha$ y $\beta$ no pueden penetrarse ni tocarse el uno con el otro si el centro $A_1$ del átomo $M_1$ no está ubicado en el espacio crítico $\omega$ ó en la superficie que lo encierra. Pero el recíproco no se verifica, y el centro $A_1$ puede encontrarse en el espacio crítico $\omega$ aunque el átomo $M_1$ tenga una orientación tal que los dominios sensibles $\alpha$, $\beta$ se hallen lejos el uno del otro.

De esto resulta la necesidad de definir exactamente la posición que ha de tener el átomo $M_1$ con respecto á M para que los dos sean unidos químicamente.

Con este fin, imaginemos un elemento de volumen $d\omega$ tomado en el espacio crítico $\omega$ y también una esfera E de radio igual á la unidad, concéntrica á M y unida con este átomo de un modo invariable.

Si $M_1$ está ligado químicamente con M su *eje* ó sea toda recta que una $A_1$ con un punto cualquiera de $\beta$, no puede formar un ángulo grande con la recta de los centros $AA_1$, pues en caso contrario los

dominios sensibles $\alpha$, $\beta$ estarían externos el uno al otro. La recta trazada desde A paralelamente á este eje y dirigida en el mismo sentido encontrará á la superficie esférica E en un punto L. Pero como esta esfera está ligada de un modo invariable á $M_1$ la posición del eje de $M_1$ quedará determinada en cada caso por dicho punto L.

Ahora podemos, para cada elemento $d\omega$ del espacio crítico, construir en la esfera E una área esférica $\lambda$ que tenga la propiedad siguiente: cuando el punto L está ubicado en esta área $\lambda$ ó en la curva límite, mientras que el centro $A_1$ de $M_1$ se encuentra en el elemento de volumen $d\omega$ ó en la superficie que lo encierra, los dos dominios sensibles $\alpha$, $\beta$ se penetran ó se tocan el uno con el otro. Si al contrario el punto L queda externo á la superficie esférica $\lambda$, los dominios sensibles $\alpha$, $\beta$ son externos el uno al otro.

Por lo general, esta área $\lambda$ tendrá magnitudes distintas y posiciones diferentes en la esfera E, según la posición ocupada por el elemento $d\omega$ en el *espacio crítico* $\omega$.

Pero, si el centro $A_1$ se encuentra en el elemento $d\omega$, estando L interno al elemento de superficie $d\lambda$ correspondiente ó ubicado en su contorno, $M_1$ estará ligado químicamente con M, lo que es equivalente á decir que, en estas condiciones, los dos átomos ejercerán el uno sobre el otro una atracción sumamente grande.

Para terminar estas definiciones preliminares llamaré $\chi$ al trabajo necesario para llevar á los dos átomos desde aquella posición de unión química á una distancia que anule sus acciones mutuas. Este trabajo tomará por lo general valores diferentes según la posición ocupada por $d\omega$ en el espacio crítico $\omega$, ó sea según la posición en el área $\lambda$ del elemento $d\lambda$ correspondiente.

## II

## PROBABILIDAD DE LA UNIÓN QUÍMICA DE UN ÁTOMO DE GAS CON OTRO IDÉNTICO

Sea $p$ la presión total y T la temperatura absoluta en un recipiente de volumen V de un gas cuyos átomos son idénticos y $a$ el número de ellos. Si $m$ es la masa de uno, se tiene para la masa total:

$$M = am \tag{3}$$

Consideremos á uno solo de estos átomos y llamemos á los demás

*átomos restantes*. Supongamos N recipientes idénticos en cuanto al volumen y al gas contenido, que ocupan sitios distintos en el espacio.

Sean en cada uno un número $n_1$ de átomos restantes que no estén unidos á ningún otro, y $2n_2$ ligados químicamente de dos en dos, como para formar $n_2$ pares de átomos.

Busquemos ahora en cuántos de los N recipientes nuestro átomo considerado está ligado químicamente á otro y en cuántos de ellos no lo está.

Para esto, tomemos primero uno solo de los N gases; el átomo considerado no puede estar ligado sino con uno de los que han quedado libres y cuyo número es $n_1$ (restantes).

Ahora bien, tracemos la esfera de protección D y la esfera E de radio igual á la unidad para cada uno de estos $n_1$ átomos; el espacio crítico $\omega$ se encontrará en cualquier sitio en cada una de las esferas D de protección.

En cada uno de estos espacios, tomemos el elemento $d\omega$ que tenga en cada uno la misma posición relativa, y tracemos en cada esfera E el elemento $d\lambda$ que tendrá también la misma posición relativa en cada una.

Si el centro del átomo considerado se halla en uno cualquiera de los elementos $d\omega$, estando ubicado al propio tiempo el punto L en el elemento $d\lambda$ correspondiente, este átomo está ligado químicamente con otro átomo, y su posición relativa con respecto á éste queda además perfectamente determinada, de modo que el trabajo $\chi$ tiene también un valor bien definido.

Supongamos primero que la *atracción química* no actúe, y sea $W_1$ la probabilidad para que el centro del átomo considerado se encuentre en uno de los elementos $d\omega$. Sea también W la probabilidad para que sea ubicado en un espacio arbitrario $\Omega$ tomado en el gas, tal que no contenga ninguna porción de las esferas de protección de los átomos restantes, ni ninguna fracción del espacio crítico $\omega$, lo que significa que W es la probabilidad para que el átomo no se encuentre químicamente ligado.

Trataremos de comparar las probabilidades $W_1$ y W la una con la otra; tenemos la proporción:

$$\frac{W_1}{W} = \frac{n_1 d\omega}{\Omega} \qquad (4)$$

Ahora sea $W_2$ la probabilidad para que, no sólo el centro del átomo considerado esté ubicado en uno de los elementos $d\omega$, sino que el

punto L quede también en el elemento $d\lambda$ correspondiente. Si no hay fuerzas químicas, se tendrá:

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{d\lambda}{4\pi} \tag{5}$$

de donde:

$$W_2 = \frac{d\lambda}{4\pi} \frac{n_1 \, d\omega}{\Omega} W_1 \tag{6}$$

Si al contrario hay fuerzas químicas, esta probabilidad $W_2$ resultará multiplicada por $e^{2h\chi}$ y se tendrá:

$$W'_2 = e^{2h\chi} \frac{d\lambda}{4\pi} \frac{n_1 \, d\omega}{\Omega} W_1 \tag{7}$$

siendo $h$ igual á $\frac{1}{2MRT}$, representando R á la constante de los gases, M á la masa del átomo de hidrógeno y T á la temperatura absoluta.

Es preciso ahora integrar la relación (7) de modo que se abarque á todas las posiciones posibles que corresponden á la unión química del átomo considerado con uno cualquiera de los $n_1$ restantes. Para ello, el campo de integración ha de comprender á todos los elementos $d\omega$ y, para cada uno de ellos, á todos los $d\lambda$. En estas condiciones, la probabilidad para que el átomo considerado sea ligado químicamente con otro tendrá por expresión:

$$W_3 = \frac{n_1 W}{\Omega} \int\int \frac{d\omega \, d\lambda}{4\pi} e^{2h\chi} \tag{8}$$

Pongamos ahora

$$k = \int\int \frac{d\omega \, d\lambda}{4\pi} e^{2h\chi} \tag{9}$$

y tendremos

$$W_3 = \frac{n_1 W k}{\Omega} \tag{10}$$

designando W á la probabilidad para que el centro del átomo considerado se halle en el espacio arbitrario $\Omega$ definido por la condición de que no pueden estar ubicados allí ni la esfera de protección, ni el espacio crítico de uno cualquiera de los átomos restantes.

Calculemos ahora la probabilidad para que el átomo considerado no sea ligado químicamente en el gas considerado.

Nunca lo será mientras tenga su centro en el espacio que han dejado libre las esferas de protección de los $n_1$ átomos restantes y los espacios críticos $\omega$ de los mismos, cuya suma es igual á $n_1\omega$.

Sea V ′ el espacio total llenado por las esferas de protección; siendo V el volumen del gas en cada recipiente, el espacio libre dejado por las esferas de protección y los espacios críticos es:

$$V - V' - n_1\omega \tag{11}$$

pues se puede despreciar el caso en que dos esferas de protección, ó una esfera y un espacio crítico se penetran mutuamente, por no resultar sino pequeñas magnitudes de orden superior.

La probabilidad $W_4$ para que el centro del átomo considerado se halle en este espacio, y la probabilidad W para que se ubique en $\Omega$, se encuentran en la misma relación que los volúmenes de los espacios correspondientes, por ser $\Omega$ una parte arbitraria del otro.

Luego se tiene:

$$W_4 = W \frac{V - V' - n_1\omega}{\Omega} \tag{12}$$

Por otra parte, el átomo considerado no está tampoco ligado químicamente si su centro está ubicado en un elemento $d\omega$, no encontrándose el punto L en el elemento de superficie correspondiente $d\lambda$.

Se encuentra análogamente para la probabilidad de este último acontecimiento la expresión:

$$W_5 = \frac{Wn_1}{\Omega} \int\int \frac{d\omega\, d\lambda_1}{4\pi} \tag{13}$$

siendo $d\lambda_1$, para cada elemento $d\omega$, el elemento de esfera E no situado en $\lambda$, que corresponde á aquel elemento de volumen, lo que significa que el campo de integración abarca á todos los elementos de la esfera que satisfacen á esta condición, y también todos los elementos $d\omega$ correspondientes, observando que desaparece la exponencial por no haber más atracción química.

En resumen, en cada uno de los N gases de volumen V, la probabilidad total para que el átomo considerado no sea ligado químicamente tiene por expresión:

$$W_6 = W_4 + W_5 = \left(V - V' - n_1\omega + n_1 \int\int \frac{d\omega\, d\lambda_1}{4\pi}\right) \frac{W}{\Omega} \tag{14}$$

Observaremos que las magnitudes V ', $n_1\omega$ y $n_1 \int\int \frac{d\omega\, d\lambda_1}{4\pi}$ son independientes de las fuerzas químicas. V ' representa la diferencia entre la ley de compresibilidad del gas y la de Mariotte, diferencia que resulta de las dimensiones mensurables de las moléculas. Por otra parte, como el espacio crítico $\omega$ es á su vez muy pequeño con respecto á la esfera D de protección, $n_1\omega$ y $n_1 \int\int \frac{d\omega\, d\lambda_1}{4\pi}$ son pequeños también con respecto á V '. Resulta, pues, que con una aproximación suficiente, se puede despreciar á las tres cantidades con relación á V, lo que significa que se prescinde de la diferencia entre la ley de compresibilidad y la de Mariotte. En estas condiciones la relación (14) se convierte en la siguiente

$$W_6 = \frac{VW}{\Omega} \tag{15}$$

Al contrario la cantidad

$$k = \int\int \frac{d\omega\, d\lambda}{4\pi} e^{2h\chi}$$

no puede ser considerada como pequeña con relación á V, pues la exponencial tiene un valor muy grande en razón de la gran intensidad de las fuerzas químicas, lo que hace que $\chi$ es grande.

De las expresiones (10) y (15) resulta por división:

$$\frac{W_6}{W_3} = \frac{V}{n_1 k} \tag{16}$$

Ahora podemos considerar nuestros N recipientes que contienen gases idénticos. Supongamos que, en $N_3$ de ellos, el átomo considerado está ligado químicamente con otro sin estarlo en $N_6$ de los mismos, se tiene:

$$\frac{N_6}{N_3} = \frac{W_6}{W_3} = \frac{V}{n_1 k} \tag{17}$$

Es evidente por otra parte que podíamos considerar del mismo modo á cualquier otro átomo; luego la relación (17) ha de representar, en el estado de equilibrio, la razón entre el número $n_1$ de los átomos libres y el número $2n_2$ de los que quedan ligados químicamente, y se tiene por consiguiente:

$$\frac{n_1}{2n_2} = \frac{V}{n_1 k}$$

de donde

$$n_1^2 k = 2n_2 V \qquad (18)$$

Todo lo que antecede se refiere al caso de la unión de dos átomos idénticos. Examinaré ahora el caso de afinidad entre dos átomos monovalentes no idénticos.

## III

### AFINIDAD ENTRE DOS ÁTOMOS DE GASES MONOVALENTES NO IDÉNTICOS

Supongamos que el volumen V contiene á la presión $p$ y temperatura T átomos de dos clases diferentes: $a_1$ átomos de la primera y $a_2$ de la segunda. Sea $m_1$ la masa de un átomo de la primera clase y $m_2$ la de un átomo de la otra. Dos átomos de primera especie pueden, si son ligados el uno con el otro, formar una molécula ó par de átomos, y lo mismo pasa con dos átomos de la segunda especie si están ligados; por otra parte, las reglas enunciadas anteriormente se aplican á estas uniones.

Ahora bien, un átomo de primera especie puede ligarse químicamente con un átomo de segunda clase para formar una *molécula mixta*. Para estas últimas uniones, ha de ser posible aplicar leyes análogas. Designaré á todas las cantidades que se refieren á estas uniones por las mismas letras con los índices 12.

En el estado de equilibrio, nuestro gas comprenderá á $n_1$ átomos simples de primera clase, $n_2$ de segunda, $n_{11}$ pares de átomos de primera y $n_{22}$ pares de átomos de segunda; además contendrá $n_{12}$ moléculas mixtas.

No admitiremos las combinaciones químicas de más de dos átomos, y consideraremos á los átomos de primera especie como esferas impenetrables de diámetro $\sigma_1$ concéntricas cada una con una esfera de protección de radio $\sigma_1$ que será la esfera de protección relativa á un átomo idéntico. Á dicha esfera se agregará el espacio crítico $\omega_1$ relativo á la acción sobre un átomo idéntico, $d\omega_1$ siendo un elemento de este espacio. Si el centro de otro átomo de primera especie no se en-

cuentra en $\omega_1$, este átomo no estará nunca ligado químicamente con el primero. Si al contrario el centro está ubicado en $d\omega_1$ por ejemplo, para que haya unión química es preciso que el punto $L_1$ se encuentre en una área $\lambda_1$ de la superficie de una esfera $E_1$ de radio igual á la unidad y concéntrica al primer átomo.

Sea $d\lambda_1$ un elemento de dicha área, $L_1$ será el punto en que la recta trazada desde el centro del primer átomo paralelamente al eje del otro encuentre á la superficie de la esfera $E_1$.

Por último $\chi_1$ representará el trabajo gastado para llevar á los dos átomos á una distancia relativamente grande desde la posición en que el centro del segundo átomo está situado dentro de $d\omega_1$ y el punto $L_1$ en el elemento $d\lambda_1$.

Consideremos ahora á un átomo de primera especie: admitiremos que, entre los átomos restantes de la misma clase, quedan aún $n_1$ no ligados con otro átomo de segunda especie ó con otro de la primera.

Si el átomo considerado está destinado á formar un par de átomos de primera clase, no puede ligarse sino con uno de los $n_1$ restantes, pues hemos excluído por hipótesis toda molécula triatómica. La probabilidad para que se verifique este acontecimiento y la probabilidad para que el átomo quede libre están en la razón:

$$\frac{k_1 n_1}{V} \tag{19}$$

$k_1$ teniendo por expresión

$$k_1 = \int\int e^{2h\chi_1} \frac{d\omega_1 \, d\lambda_1}{4\pi} \tag{20}$$

Ahora bien, se puede determinar la relación (19) como lo hicimos en el párrafo anterior.

En efecto, se puede escribir:

$$\frac{k_1 n_1}{V} = \frac{2n_{11}}{n_1} \tag{21}$$

siendo el último quebrado el cociente de dividir al número de los átomos de primera clase comprendidos en los pares de átomos ya formados por el número de los restantes de misma clase, de donde se saca:

$$k_1 n_1^2 = 2Vn_{11} \tag{22}$$

Se encontraría del mismo modo para los átomos de segunda especie

$$k_2 n_2^2 = 2Vn_{22} \tag{23}$$

teniendo $k_2$ por expresión

$$k_2 = \int\int e^{2h\chi_2} \frac{d\omega_2 \, d\lambda_2}{4\pi} \tag{24}$$

Tenemos ahora que calcular el caso que se refiere á las *moléculas mixtas.*

Se puede admitir, en razón de las hipótesis hechas, que la distancia de los centros de dos átomos de clases distintas no puede ser más pequeña que:

$$\frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2)$$

siendo los átomos considerados como impenetrables. Consideremos como esfera de protección $D_{12}$ de un átomo de primera especie con respecto á otro de segunda, á una esfera concéntrica al átomo y de radio igual á $\frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2)$. En la superficie de cada átomo de primera clase habrá un *dominio sensible,* y en la superficie de cada átomo de segunda especie otro dominio sensible; estos dominios habrán de ser tales que no haya atracción de dos átomos heterogéneos sino cuando aquellos se hallen en contacto o se penetren mutuamente.

Ahora bien, es verosímil que estos dos dominios sensibles son los mismos que fijan la acción recíproca de dos átomos idénticos. Sin embargo, esta nueva hipótesis no es imprescindible. Sea como fuere, para definir la acción química de dos átomos heterogéneos, podemos imaginar el *espacio crítico* $\omega_{12}$ que está en contacto externo con la esfera de protección del primer átomo con respecto al segundo.

Para cada elemento de volumen $d\omega_{12}$ de este espacio crítico, se puede construir en la esfera concéntrica de radio igual á la unidad una área $\lambda_{12}$ de tal modo que los dos átomos se atraen cuando el centro del segundo átomo está ubicado en el elemento $d\omega_{12}$, hallándose el punto $L_{12}$ en el elemento correspondiente $d\lambda_{12}$, teniendo el trabajo definido más arriba por expresión el símbolo $\chi_{12}$.

Consideremos ahora, pues, á un átomo cualquiera de segunda especie; para que sea libre ha de disponer de todo el volumen V del gas, menos infinitamente pequeños. Si al contrario está destinado á formar una *molécula mixta,* su centro está ubicado dentro de un elemento cualquiera $d\omega_{12}$ de un espacio crítico que corresponde á uno

de los $n_1$ átomos restantes de primera especie; además el punto $L_{12}$ ha de encontrarse en el elemento $d\lambda_{12}$ del área $\lambda_{12}$ correspondiente á $d\omega_{12}$. La probabilidad para que su centro esté en un elemento $d\omega_{12}$, estando $L_{12}$ en $d\lambda_{12}$, y la probabilidad para que el mismo centro se encuentre en el volumen V, teniendo el eje del átomo una dirección cualquiera, están entre sí como la razón:

$$\frac{e^{2h\chi_{12}} \frac{d\omega_{12}\, d\lambda_{12}}{4\pi}}{V} \tag{25}$$

Por último, la probabilidad para que el átomo considerado sea ligado con otro para formar una molécula mixta por una parte, y la probabilidad para que quede libre por otra parte, están entre sí como la razón:

$$\frac{n_1 \int\int e^{2h\chi_{12}} \frac{d\omega_{12}\, d\lambda_{12}}{4\pi}}{V} \tag{26}$$

Si ahora ponemos como anteriormente

$$k_{12} = \int\int e^{2h\chi_{12}} \frac{d\omega_{12}\, d\lambda_{12}}{4\pi} \tag{27}$$

se tendrá

$$\frac{n_2}{n_{12}} = \frac{V}{n_1\, k_{12}}$$

de donde

$$Vn_{12} = k_{12}\, n_1 n_2 \tag{28}$$

y para

$$V = 1$$

$$n_{12} = k_{12}\, n_1 n_2 \tag{29}$$

siendo $n_{12}$ el número de las moléculas mixtas, $n_1$ y $n_2$ los números de átomos libres de las dos especies.

En resumen, si se supone que los dos gases son monoatómicos, no pudiendo formarse ninguna molécula biatómica de cada clase, la fórmula (29) expresa por unidad de volumen el número probable, en cada época considerada, de las moléculas mixtas en función de los números de los átomos libres.

Observaremos que $k_{12}$ ó sea la integral (27) toma valores que de-

penden del estado alcanzado por la reacción. Al principio, no hay ninguna molécula mixta, y se tiene:

$$n_{12} = k_{12}\, n_1 n_2 = 0$$

lo que supone

$$k_{12} = 0$$

Después varía á medida que se verifica la reacción, pues el campo de la integral va cambiando con el número de los átomos restantes, y de este modo $k_{12}$ puede pasar por un máximo.

Eso es importante, porque en tales condiciones la fórmula (29) está en contradicción con la conocida:

$$n_{12} = \mathrm{K}\, n_1 n_2$$

en que K *es constante.*

## IV

### INTRODUCCIÓN DE LA HIPÓTESIS DE QUE EL DOMINIO SENSIBLE ESTÁ DISTRIBUÍDO UNIFORMEMENTE ALREDEDOR DEL ÁTOMO

Supongamos que en nuestro gas se puedan despreciar los números $n_{11}$ y $n_{22}$ de los pares de átomos idénticos, lo que equivale á admitir que $k_1$ y $k_2$ son sumamente pequeños con respecto á $k_{12}$ y $\frac{V}{n_1}$. Con esta hipótesis el gas comprenderá únicamente: 1° los átomos libres de primera especie, cuyo número es $n_1$; 2° los átomos libres de segunda especie cuyo número es $n_2$; 3° las moléculas mixtas que comprenden $2n_{12}$ átomos unidos químicamente.

Imaginemos además que los números de átomos de las dos especies son iguales, ó sea que ninguno de los gases está en exceso, ó bien que se tiene en cada instante:

$$n_1 = n_2$$
$$2n_1 = a - 2n_{12}$$

siendo $a$ el número primitivo de los átomos.

Podremos también, para simplificar más, admitir que los átomos de las dos clases tienen las mismas dimensiones, y llamaremos $\sigma$ al diámetro común.

La nueva hipótesis que queremos introducir es la siguiente: el dominio sensible $\alpha$ ya no estará limitado á una región pequeña de la superficie del átomo, sino que se hallará repartida uniformemente en la superficie M del mismo, tomando la forma de una hoja esférica concéntrica, siendo $\frac{1}{2}\sigma$ el radio interno y $\frac{1}{2}(\sigma + \delta)$ el radio externo; en cuanto á $\delta$ lo supondremos provisoriamente pequeño con respecto á $\sigma$.

De la hipótesis nueva resulta que, tan pronto como los dominios sensibles se pongan en contacto el uno con el otro ó se penetren, quedarán los átomos ligados químicamente; $\chi$ representará otra vez el trabajo necesario para llevar á los dos átomos á una distancia grande desde la posición que conviene á la unión, siendo el calor debido á la separación de los dos átomos constante é igual á $\chi$ tomado en calorías.

Sea, pues, $n_{12}$ el número de las moléculas mixtas y $n_1$ el número de los átomos libres. Si V representa el volumen total, tendremos:

$$\frac{n_1}{2n_{12}} = \frac{V}{4\pi n_1 \sigma^2\delta \,.\, e^{2h\chi}} \tag{30}$$

de donde

$$\frac{n_{12}}{n_1} = \frac{2\pi n_1 \sigma^2\delta e^{2h\chi}}{V}$$

la distancia de los centros de dos átomos ligados siendo más ó menos igual á $\sigma$.

Si el volumen V es igual á la unidad, se tendrá:

$$n_{12} = n_1{}^2\, 2\pi\sigma\delta e^{2h\chi} \tag{31}$$

Si por otra parte, los números $n_1$ y $n_2$ son diferentes, quedando $\sigma$ igual para las dos clases de átomos, resultará:

$$n_{12} = n_1 n_2\, 2\pi\sigma^2\delta e^{2h\chi} \tag{32}$$

Multiplicando por $dt$ los dos miembros de (32) y llamando $dn_{12}$ al producto $n_{12}\, dt$, se tiene:

$$\frac{dn_{12}}{dt} = n_1 n_2\, 2\pi\sigma^2\delta e^{2h\chi} \ (*) \tag{33}$$

siendo el primer miembro la velocidad de reacción.

(*) Este procedimiento es bastante criticable, pues se admite así la existencia no comprobada de una relación de proporcionalidad que es difícilmente admisi-

Para establecer concordancia entre la relación (33) y la de Lemoine á que se refiere Damianovich en su artículo ya citado :

$$\frac{dn_{12}}{dt} = n_1 n_2 \sqrt{2} \pi \rho^2 u$$

hay que observar la relación

$$\sigma = 2\rho$$
$$\sigma^2 = 4\rho^2$$

de modo que tenemos

$$n_1 n_2 \, 8\pi\rho^2 \delta e^{2h\chi} = n_1 n_2 \sqrt{2} \pi \rho^2 u$$

lo que da

$$8\delta e^{2h\chi} = u \sqrt{2}$$

y dividiendo por $\sqrt{2}$

$$4\sqrt{2}\delta e^{2h\chi} = u \qquad (34)$$

El factor $\delta$ es muy pequeño, pero la exponencial es muy grande, pues $\chi$ á su vez es muy grande.

La velocidad ficticia de Clausius está substituída por la velocidad ficticia más probable de Maxwell, $v$ y $v'$ siendo también las velocidades de traslación más probables de los átomos, y no sus velocidades medias, en razón de la introducción del factor $\sqrt{2}$ en la fórmula de Lemoine.

Se puede calcular esta velocidad $u$ pues todas las cantidades que figuran en (34) son mensurables menos $\delta$, espesor de la capa que constituye la región sensible del átomo.

Se tiene en efecto

$$h = \frac{1}{2\text{MRT}}$$

R = constante de los gases ;
T = temperatura absoluta ;
M = masa del átomo de hidrógeno ;
$\chi$ = calor (en unidades mecánicas) que resulta de la separación de dos átomos ligados.

Si ahora se quiere calcular la constante K, se tiene

ble teniendo en cuenta que el producto $n_1$ $n_2$ es función del tiempo. (Conf. LEMOINE, *Études sur les équilibres chimiques*, pág. 191.).

$$\mathrm{K}n_1n_2 = n_1n_2\sqrt{2}\pi\rho^2u = n_1n_2\,8\pi\delta^2\delta e^{2h\chi}$$

de donde

$$\mathrm{K} = 8\pi\rho^2\delta e^{2h\chi} = \sqrt{2}\pi\rho^2u \qquad (35)$$

lo que significa que K es mucho más pequeña que $u$.

Ahora se plantea otra cuestión: la velocidad ficticia $u$ es la más probable en el instante considerado y la velocidad de reacción $\frac{dn_{12}}{dt}$ es función de aquella, y recíprocamente.

Ha de haber, por lo tanto, un valor de $u$ que haga máxima la velocidad de reacción. Pero la condición de tal máximo sería

$$\frac{d^2n_{12}}{dt^2} = 0 \qquad (36)$$

ó sea *la nulidad de la aceleración de reacción,* lo que corresponde á la velocidad de reacción constante.

Ahora bien, con la fórmula fundamental de la cinética química

$$\frac{dn_{12}}{dt} = \mathrm{K}n_1n_2 \qquad (37)$$

es imposible que el producto K . $n_1n_2$ llegue á permanecer constante si, como se admite, K *es constante,* pues nunca lo será el producto $n_1n_2$ (*).

Resulta que la velocidad de reacción no tiene ningún máximo y, por lo tanto, que $u$ no puede tomar *valor óptimo,* si se admite la fórmula (37).

Me parece pues que hay todavía mucho que hacer en la cinética química.

Observaré, por otra parte, que si se abandona la hipótesis de un *espacio sensible* repartido uniformemente alrededor del átomo, y si se vuelve á considerar la primitiva de Boltzmann, ó sea la relación (29)

$$n_{12} = k_{12}\,n_1n_2 \qquad (29)$$

los resultados son muy diferentes, pues el coeficiente $k_{12}$ es esencialmente variable, y la integral que representa varía con el tiempo. Por lo tanto, es posible en dicha hipótesis alcanzar un valor constante de

(*) Me refiero naturalmente al caso sencillo de que se trata: dos gases monovalentes y monoatómicos, pues en las reacciones bimoleculares y en las monomoleculares de sistemas heterogéneos donde se mantiene constante la concentración, sabemos ya que la aceleración se puede anular.

la velocidad que corresponda á una aceleración nula y también á una velocidad máxima de reacción.

Pero con la fórmula (29) habría que buscar primeramente la expresión de la velocidad de reacción, y no sería fácil por el motivo de la integral que representa $k_{12}$.

Por otra parte, la hipótesis que nos ha llevado á encontrar para $u$ la expresión (34)

$$u = 4\sqrt{2}\delta e^{2h\chi}$$

mientras que con la fórmula de Lemoine se tiene

$$u = \frac{K}{\sqrt{2\pi\rho^2}}$$

tiene un gran defecto de que, por otra parte, adolece también el concepto de Lemoine.

Se admite en efecto que el dominio sensible, en vez de estar confinado en una región limitada de la superficie del átomo, está repartido uniformemente alrededor de este y forma una hoja esférica concéntrica de espesor $\delta$. Con esto ya no podemos explicar lo que se opone á la unión de 3, 4, ... ó más átomos, cuando suponemos, como en el caso considerado, que los dos gases son monoatómicos y monovalentes.

Resulta que la fórmula de Lemoine, cuyo cálculo está basado sobre el mismo concepto, no ha de ser admitida sino con mucha reserva.

Terminaré con otra observación que sería más bien una rehabilitación de la fórmula encontrada.

En la relación (33) que da la velocidad $v$ de reacción, se tiene

$$h = \frac{1}{2MRT}$$

en que M representa la masa atómica del hidrógeno. Haciéndola igual á la unidad, resulta

$$2h = \frac{1}{RT}$$

y por lo tanto

$$v = n_1 n_2 \, 2\pi\sigma^2\delta e^{\frac{\chi}{RT}} \qquad (35)$$

Sabemos que $\chi$ representa el trabajo de disociación de la molécula mixta, lo que significa que $\chi$ es igual á *la función de las fuerzas químicas* cambiada de signo y se tiene

$$\chi = -\psi \tag{36}$$

La cantidad $\chi$, por lo tanto, es igual al potencial químico cambiado de signo, ó sea á la afinidad A tomada con el signo —.

La fórmula (35) se transforma, pues, en la siguiente

$$v = n_1 n_2 \delta 2\pi\sigma^2 e^{-\frac{A}{RT}} \tag{37}$$

Por otra parte, R. Marcelin (*) ha calculado la velocidad de reacción en un complejo físico-químico formado por dos sistemas, el *progresivo* cuya masa va aumentando y el *regresivo* cuya masa disminuye encontrando la relación siguiente

$$v = M\left(e^{-\frac{A_1}{RT}} - e^{-\frac{A_2}{RT}}\right) \tag{38}$$

siendo $A_1$, $A_2$ las afinidades respectivas de los dos sistemas á la época considerada y M una constante que no depende sino de la temperatura y naturaleza de los cuerpos.

Esta relación aplicada á nuestro caso se reduciría á

$$v = M_1 e^{-\frac{A_1}{RT}} \tag{39}$$

pues no hay sistema regresivo.

Ahora bien, se ve que las relaciones (37) y (39) serían idénticas, siempre que $\delta$, espesor de la capa que constituye el espacio sensible, sea una cantidad variable del mismo orden que $\frac{1}{n_1 n_2}$, y esta hipótesis, por más que parezca muy extraña, no se alejaría tal vez de la verdad tanto como uno lo pensara, si se admitiese la hipótesis de una región sensible concéntrica al átomo.

Pero ya es tiempo de poner el punto final á estas observaciones, pues dándole mayor extensión temería cansar á mis lectores.

Quizá en otra oportunidad estudiaré desde el punto de vista de la teoría cinética de los gases la influencia de la presión y temperatura.

CAMILO MEYER.

(*) *C. R. de la Academia francesa*, t. 157, 22 de diciembre de 1913, pág. 1419.

# QUÍMICA ESTELAR Y EVOLUCIÓN CÓSMICA

## IDEAS ANTIGUAS É INVESTIGACIONES MODERNAS

---

## I

### EL ANÁLISIS ESPECTRAL APLICADO AL ESTUDIO DE LOS ASTROS LAS BASES DE LA QUÍMICA ESTELAR

Después de las célebres experiencias de Newton sobre dispersión de la luz solar, el descubrimiento de mayor alcance en este ramo de las ciencias, es el que se relaciona con las *rayas obscuras* que interrumpen la discontinuidad del espectro.

Wollaston hizo en 1802 las primeras observaciones. Fraunhofer en 1815 llevó á cabo un estudio detenido de dichas rayas que más tarde recibieron el nombre de *rayas de Fraunhofer.* Este mismo físico después de numerosas operaciones halló que los espectros de los planetas y de las estrellas estaban surcados de rayas obscuras y brillantes, y como el de los primeros era análogo al del sol, dedujo que dichos astros no hacían más que reflejar la luz solar y que las estrellas emitían luz propia. También observó que la raya brillante del sodio coincidía con la raya obscura D del espectro solar.

Más tarde Kirchhoff generalizando una observación de Foucault llegó á resultados muy importantes que sirven de base al análisis químico de la atmósfera de los astros. Haciendo pasar la luz solar á través de vapores de sodio obtuvo la raya obscura D ó sea la *raya invertida,* puesto que la raya que corresponde al sodio es *brillante.* Otro tanto hizo con el litio y otros metales. En general, cada vez

que se mira un espectro solar continuo á través de un vapor metálico que dé rayas brillantes, dichas rayas aparecen obscuras. Se dice en este caso, que el espectro correspondiente está *invertido*. La experiencia fundamental, puede repetirse así : se produce por medio de un hilo de platino incandescente un espectro continuo y entre el hilo y el prisma se interpone la llama de alcohol salado, en estas condiciones se verá una raya obscura donde aparece la raya amarilla brillante del vapor de sodio. También se puede operar observando la luz difusa con el espectroscopio, delante del cual se ha colocado una esfera de vidrio con sodio metálico en presencia de una atmósfera de nitrógeno.

En resumen, las rayas obscuras de los espectros de emisión se deben á la absorción por los vapores metálicos de las radiaciones luminosas que ellas emitirían al estado de incandescencia. Se pueden *identificar* la mayor parte de los cuerpos simples, *determinando por medio del espectroscopio la posición de las rayas obscuras que los caracteriza.* Las experiencias anteriores que dieron origen á la *ley de Kirchhoff*, han permitido el estudio de la constitución química de la atmósfera de los astros al estado de incandescencia y el establecimiento de las bases sólidas sobre las cuales descansa la *química estelar* ó *astroquímica.*

## II

## PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS POR LA ESPECTROSCOPIA ASTRONÓMICA

### *La atmósfera de los planetas*

*Atmósfera terrestre : líneas telúricas.* — Brewster observó en 1883, que el espectro solar no era el mismo á todas las horas del día. Á la tarde especialmente, cuando la atmósfera está brumosa, el espectro solar tiene un aspecto distinto del que se nota á mediodía cuando el cielo está límpido. De estas primeras observaciones dedujo el citado físico que existen rayas especiales en el espectro solar, que se deben á la absorción producida por los elementos contenidos en la *atmósfera terrestre.* Las rayas ó bandas pertenecientes á la atmósfera de nuestro planeta, fueron denominadas *rayas telúricas* y se distinguen de las rayas de Fraunhofer, porque disminuyen de intensidad hasta

desvanecerse completamente, á medida que el observador se eleva en la atmósfera. La región *ultravioleta* es casi totalmente absorbida por ésta y la *infraroja* presenta, por la misma causa, una serie de bandas. En resumen, el espectro solar que observamos no es el verdadero espectro de la luz del sol, tal como lo veríamos en un punto situado de nuestro planeta, sino el *espectro de la tierra visto desde el espacio.*

Janssen y otros astrónomos, han probado por experiencias muy exactas, que la posición de las *bandas telúricas* coinciden con las que dan el *oxígeno, vapor de agua, ozono y anhídrido carbónico,* cuando se les observa en tubos muy largos. Las bandas correspondientes al vapor de agua, disminuyen mucho de intensidad, cuando por causa de una helada ó lluvia se condensa el vapor de agua difundido en la atmósfera (algunos han denominado á estas *bandas de lluvia* en la creencia de que se podía prever la lluvia por su presencia) (1).

*La atmósfera de los otros planetas y de algunos satélites.* — Como el espectro de la *luna* es análogo al del sol (aunque mucho menos intenso), se saca la conclusión de que en este satélite no existe una atmósfera capaz de reforzar las líneas telúricas ó de producir otras nuevas.

Aplicando este método, se ha podido probar que casi todos los planetas contienen una atmósfera parecida á la de la tierra. Ciertas diferencias en la posición é intensidad de las bandas han permitido clasificar los planetas en tres grupos : *a)* Mercurio, Venus y Marte; *b)* Júpiter y Saturno; *c)* Urano y Neptuno. Las únicas observaciones que se prestan á dudas son las relativas á Mercurio, porque este planeta se halla siempre vecino del horizonte ó sumergido en los deslumbrantes rayos del sol.

(1) Aparte de los grandes servicios que la espectroscopia astronómica está prestando á las especulaciones científicas sobre evolución cósmica, podemos señalar otra no menos importante que se relaciona con la Heliofísica y en general con la Astrofísica, hacia la cual se encamina la astronomía moderna, siguiendo en gran parte las indicaciones del genial Flammarion. Actualmente casi no existe país en el mundo, que no tenga un instituto destinado á esta clase de investigaciones y podemos recordar con satisfacción, que entre nosotros ya hace algún tiempo, se persigue esa idea, gracias á la iniciativa de un hombre laborioso y apasionado por los estudios astronómicos, el señor Martín Gil. Actualmente la Sociedad Científica Argentina, después de una moción hecha en una conferencia por el señor Jatho (*), trata de dar una solución práctica á esta idea que, de realizarse, ha de prestar grandes beneficios á la Meteorología.

(*) *La predicción del tiempo á largo plazo, especialmente en la Argentina,* conferencia dada en la Sociedad Científica Argentina en noviembre de 1913.

La aplicación del espectroscopio ha permitido, pues, despejar algo el enigma de la atmósfera de los compañeros de nuestro planeta y especialmente de su gemelo Marte (1).

### *La temperatura de las estrellas*

La siguiente experiencia debida á Draper demuestra que la extensión de la región visible del espectro aumenta con la temperatura. Intercalando un delgado hilo de platino en un circuito eléctrico y aumentando gradualmente la intensidad de la corriente, dicho hilo á los 500° emite una luz cuyo espectro sólo contiene el rojo. Á medida que aumenta la temperatura por aumento de la intensidad de la corriente, el hilo se pone de más en más incandescente hasta llegar á emitir luz blanca y en el espectro van apareciendo sucesivamente los colores anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. El espectro se desplaza hacia el violeta cuando la temperatura de la fuente luminosa aumenta y la extensión de la *región visible es proporcional á esta última.* De esta experiencia tan sencilla, los físicos han sacado un método cómodo y seguro para determinar la temperatura de las fuentes luminosas, sean éstas las de nuestros laboratorios ó las hogueras que arden desde hace siglos en los espacios infinitos.

En 1909, el astrónomo Nordmann, presentó á la Academia de ciencias de París, un aparato, el *fotómetro estelar heterocromo* destinado al objeto arriba mencionado y los resultados por él obtenidos en la medida de las temperaturas efectivas de algunas estrellas. Con este aparato se mide en diversas regiones del espectro, el brillo de la estrella observada con relación á una « estrella artificial » realizada por medio de un tipo secundario eléctrico, é intercalando en el trayecto común á los rayos luminosos de los astros, una serie de pantallas constituídas por soluciones de diferentes colores de anilina. Para simplificar efectuó las medidas sólo con pantallas rojas y azules.

El autor, después de « graduar » el aparato por medio de hornos eléctricos y del arco voltaico llevados á diferentes temperaturas exactamente determinadas por otros procedimientos (pirómetro de Fery) lo colocaba en la extremidad de un ecuatorial acodado y procedía del mismo modo reemplazando la « estrella artificial » (hornos eléctricos) por las estrellas verdaderas. El cuadro siguiente resume los princi-

(1) Para más detalles consultar : SALET, *Spectroscopie astronomique.*

pales resultados, por ahora aproximados, alcanzados por el distinguido astrónomo, en la medida de la temperatura de las estrellas.

| | | | |
|---|---|---|---|
| ρ Perseo | 2870° | Polar | 8.200° |
| ξ Cefeo | 4260 | α Lira | 12.200 |
| δ Cefeo (mín) | 4550 | β Perseo | 13.200 |
| Sol | 5320 | γ Lira | 11.500 |
| γ Cisne | 5620 | ε Perseo | 15.200 |
| δ Cefeo (máx.) | 6900 | δ Perseo | 18.000 |
| γ Toro | 7250 | λ Toro | 40.000 |
| Υ χ Hércules | 7350 | | |

Todas estas determinaciones tienen gran imporancia para la doctrina de la evolución inorgánica.

## Química de las estrellas

### *El sol. Las revelaciones del espectro solar*

Las rayas obscuras del espectro solar, fueron observadas por primera vez por Wollaston en 1583 y después, detenidamente estudiadas por Fraunhofer. Más tarde por numerosas investigaciones, se ha podido identificar un número considerable de rayas del espectro solar, con las de los elementos terrestres y últimamente, con la modificación debida á Rowland, que permite obtener un espectro de 13 metros, se ha llegado á contar alrededor de 20.000 rayas. El elemento principal es el fierro (caracterizado por 2000 coincidencias) y puede decirse que él forma el esqueleto solar: después le siguen el titanio, calcio, magnesio é hidrógeno. Rowland ha determinado en el sol 35 elementos diferentes que se encuentran en abundancia en nuestro globo. Resumiendo, se puede decir, que con excepción del oro, mercurio y uno que otro metaloide, existen en el sol todos los elementos de la química terrestre.

Los cuerpos enumerados se hallan á diferentes alturas en la atmósfera solar y se han ido depositando por orden de densidades, esto es, de un modo análogo á como supuso Mendeleeff para nuestro planeta.

Antes de pasar á describir sumariamente lo relativo á las *manchas, las protuberancias* y *la corona,* diremos dos palabras respecto al *caso notable del descubrimiento del Helio.*

En el año 1868, un célebre astrónomo y físico llamado Lokyer, á quien se deben grandes adelantos en la *astroquímica*, observando la cromoesfera y las protuberancias del sol, vió una raya en la región del

amarillo que no correspondía á ninguno de los cuerpos por nosotros conocidos y supuso que ella se debía á una substancia aun no descubierta que llamó Helio por comodidad de lenguaje. Más tarde observó, que la línea en cuestión adquiría mayor brillo á medida que se descendía hacia el disco del astro y llegó á la conclusión de que dicha substancia sería un *gas de poca densidad, de peso atómico débil y parecido al hidrógeno aunque más denso* (porque se hallaba á menos altura que este elemento). Todas estas conjeturas, basadas en el análisis espectral, fueron confirmadas por el distinguido químico Ramsay 30 años más tarde analizando unos meteoritos. Poco después este mismo investigador aisló el Helio de un mineral raro, la *Cleveíta,* descubierta por Nordenskjöld en una de sus exploraciones llevadas en las regiones próximas al polo norte. Sometido á la experimentación, dicho mineral dió la famosa raya D. Además el nuevo gas descubierto 36 años años antes en un astro lejano resultó ser del grupo de los gases livianos pero más densos que el hidrógeno.

Este descubrimiento del Helio hecho por el químico, debe considerarse como el más grandioso triunfo del arte maravilloso basado en el análisis de la luz por el prisma. Parece que la naturaleza quiso recompensar el esfuerzo del hombre, enviando desde los espacios infinitos, el mensajero que había de traerle cuerpo tan codiciado.

En las *manchas del sol* y especialmente en la región del núcleo, la materia se halla en un estado de incandescencia tal que provoca cambios profundos en los cuerpos simples hasta llegar á la disociación. Estos cambios se traducen en el espectroscopio por un ensanchamiento de las líneas correspondientes á dichos elementos. Las rayas más modificadas parecen ser las del fierro, calcio y titanio.

Uno de los descubrimientos recientes, es el de la raya roja del litio en las manchas, y su ausencia en otras regiones del disco solar. Este hecho es significativo y de mucho alcance, porque demuestra la influencia de las condiciones físicas en la producción del espectro de un elemento contenido en un astro y nos lleva á suponer, que muchos de los resultados negativos obtenidos al querer hallar en el resto del universo, representantes de los elementos terrestres, pueden ser debidos á que se han buscado en regiones donde las condiciones no eran favorables. Por esta razón, es lógico concluir, que si los elementos terrestres no se hallan representados todavía en nuestras tablas de elementos solares, ello se debe á la insuficiencia de nuestras investigaciones y no á la diferencia de composición química del sol y de la tierra (Fowler).

Se ha probado, además, que existe una relación entre las variaciones de las rayas de un elemento en las manchas y las observadas en el arco eléctrico. Haciendo variar la intensidad del arco de 2 á 30 amperes se han obtenido las diferencias que se notan al pasar del espectro del disco solar al de las manchas.

En estos últimos años se ha hecho un descubrimiento importante en *el espectro de las manchas*. Hale, examinando las fotografías del espectro de la atmósfera solar alrededor de las manchas, tuvo la idea de que debido á los torbellinos de los gases que rodean á éstas, se debería formar una corriente eléctrica y por lo tanto un *campo magnético* según el eje de la mancha, siempre que los corpúsculos electrizados positivamente fueran desiguales á los negativos. Se sabe en efecto, que un desplazamiento de partículas electrizadas equivalen á una corriente eléctrica. Ahora bien, sentado esto, era lógico admitir como lo hizo el astrónomo, que con una corriente tan fuerte como la supuesta se debería observar un *desdoblamiento de las líneas correspondientes á las manchas* (fenómeno de Zeemann). Esta previsión fué confirmada por diferentes investigadores quienes hallaron los *dobletes* en las rayas de dichos espectros. Se llega así á la conclusión importante que *en las manchas existen torbellinos de materia electrizada.*

Desde hace mucho tiempo se viene observando que cuando la cromoesfera se halla en reposo relativo, las rayas de su espectro se encuentran en la prolongación de las rayas de Fraunhofer correspondiente á los elementos del disco y generalmente ellas se hallan más adelgazadas en las extremidades y en la base. Este último hecho se explica admitiendo una densidad mayor de los vapores en las regiones inferiores de la cromoesfera.

Á menudo las rayas brillantes presentan *desplazamientos irregulares, ramificaciones y sinuosidades* que son el indicio de *movimientos violentos* de las substancias de la cromoesfera y, sobre todo, de las protuberancias (prolongaciones de la cromoesfera). Lokyer en 1870 calculó el desplazamiento de las grandes masas de hidrógeno en las protuberancias y llegó á la enorme cifra de 400 kilómetros por segundo ó sea 1.440.000 kilómetros por hora!

Se ha conseguido también determinar la altura relativa de los diferentes elementos en la atmósfera solar: calcio (24.000 km.), hidrógeno y helio (12.000), magnesio (8000), estroncio (5600), bario (2400), sodio (1900), hierro (1600).

La *corona* que rodea al sol se ha observado durante los eclipses to-

tales desde los tiempos más remotos. Primero se halló un espectro continuo y poco tiempo después Joung (1860) y Lokyer determinaron en él una *raya verde brillante*. Se creyó al principio que ella coincidía con algunas de las del fierro, oxígeno, hidrógeno, etc., pero se llegó después á la conclusión, que esta raya especial debía ser producida por una substancia desconocida que denominaron *Coronium*. Las variaciones del espectro de la corona coinciden con el período de las manchas y la raya del coronium es invisible en las épocas del mínimo, siendo grande su intensidad en la época del máximo de las manchas. Las tres primeras observaciones (1871, 1882, 1893) concuerdan con los intervalos de 11 años; es decir, que ellas han sido hechas en el mismo momento del período de las manchas.

Según Guillermo Meyer, director del observatorio de Berlín, el *Coronium* ha de ser un gas más liviano que el hidrógeno y posiblemente se ha de encontrar en las regiones elevadas de nuestra atmósfera. Es lógico esperar, según él, que algún arriesgado aviador sea capaz de resolver el problema, trayéndonos de esas regiones sublimes, algunas partículas de la enigmática substancia. Sería interesante recoger muestras de aire enviando los « globos sondas » que ya han alcanzado la enorme altura de 30.000 metros. Si este descubrimiento se verifica seremos testigos de otro gran triunfo del análisis espectral.

## Clasificación de las estrellas según su espectro: reseña histórica
## Evolución de las estrellas nuevas

Si se eleva la mirada al cielo y se contempla, en una noche serena de atmósfera límpida, la luz de las estrellas, al principio sólo se notan en ellas diferencias de brillo y tamaño aparente. Pero si se examinan más detenidamente se descubren también diferencias apreciables de color: unas son rojo anaranjadas, otras amarillentas y la mayor parte azul pálido y blancas.

Cuando no se conocía el espectroscopio á nadie se le ocurría que esas pequeñas diferencias de color pudieran servir de base algún día, á una clasificación física y química de las estrellas, y menos aun, que se pudiera determinar su constitución y temperatura. Pero una vez que se hubo fijado un gran número de espectros de estrellas se intentó averiguar si todas ellas no se podían agrupar en un corto número de *tipos fundamentales;* de lo contrario existirían al parecer, tantos espectros distintos como estrellas en el firmamento visible.

Hay un gran número de estrellas *amarillas* que dan el mismo espectro que nuestro sol: parecen estar constituídas por los mismos elementos que este último. Este hecho hizo pensar desde el principio, que las diferencias existentes entre los espectros estelares no se deben á una composición química variable en los diferentes puntos del espacio, sino *á diferencias de fases en la evolución física de una misma materia primordial surgida de las nebulosas.*

Fraunhofer, en 1817, fué el primero en describir el espectro de una estrella y en comprobar que la posición y aspecto de las rayas que lo constituían eran distintos al del sol. Donati (1860) estudió 15 estrellas y dos años después, Janssen y Secchi emprendieron en Roma, un estudio con el espectroscopio á vision directa á fin de averiguar si existía identidad ó analogía entre los espectros estelares y los metálicos. Secchi más tarde, encontró hidrógeno en Sirio, demostró que en algunas estrellas había hasta 60 coincidencias con las rayas de Fraunhofer del sol y basándose en el examen de 4000 estrellas dió la primera clasificación en tipos de espectros determinados.

Á continuación haremos una síntesis de los sistemas de clasificacion más importantes.

*a) Clasificación de Secchi.* — Según este investigador los espectros de todas las estrellas examinadas hasta entonces, pueden reunirse en los cuatro grupos siguientes que corresponden á tres coloraciones: blanca, amarilla y roja.

*Primer tipo. Estrellas blancas.* — Tienen espectros casi continuos y sólo dan con intensidad las rayas del H y He siendo muy débiles las rayas correspondientes á los metales (91 rayas de Sirio corresponden al hierro). Se ha comprobado en ellas la existencia de magnesio y calcio y algunas substancias de naturaleza desconocida. Pertenecen á este tipo: Sirio, Vega, α de la Lira, α del Cisne, de Orión y su temperatura varía en 12.200 y 49.000°. (Véase más adelante estrellas gaseosas del sistema Lokyer: espectro largo extendido hacia el violeta y temperatura elevada). Vogel ha hallado en 1905 que 10 estrellas de la constelación Orión y 14 de otras constelaciones dan el espectro de los gases que ese mismo año Ramsay extrajo de la Cleveita (tienen helio).

*Segundo tipo. Estrellas amarillas.* — Espectro rico en rayas metálicas (pocas rayas del H). Nuestro sol es el tipo de estas estrellas. Pertenecen también á este grupo: Pollux, α del Toro, Arturo, etc. (Véase *estrellas metálicas* de la clasificación de Lokyer: rayas obscuras bandas débiles y rayas brillantes). En una parte del espectro de una

de estas estrellas se han hallado 290 rayas brillantes que coinciden con las del hierro. Á este tipo corresponden las « estrellas nuevas » ó « novas » (« nova » Cisne). Temperatura intermedia entre 5500 y 7000°.

*Tercero y cuarto tipo. Estrellas anaranjadas ó rojas.* — Espectro de finas rayas obscuras bandas anchas también obscuras y parecidas á las « bandas telúricas » (α del Orión, Betelgeuse, α Hidra, β Pegaso, etc.). Existen bandas que parecen pertenecer al carbono. (Véase *estrellas carbónicas de la clasificación de Lokyer :* temperatura entre 4550 y 2870° espectro corto.)

Vogel en 1874 propuso una clasificación que sólo se distingue de la de Secchi por contener reunidos en el grupo tercero los grupos tercero y cuarto de la de este astrónomo. Esta clasificación comprende entonces los tipos correspondientes respectivamente á las estrellas blancas, amarillas y rojas y no es puramente formal, sino que esquematiza la *evolución real de las estrellas,* es decir, las *diferentes fases de su desarrollo.* Las *blancas* son las más jóvenes (temperatura muy elevada) y las *rojas* han llegado al último período *de su vida,* cumplido el cual, vuelven á desempeñar las veces de focos incandescentes (por choques, etc.) para cerrar así el indefinido ciclo de la evolución.

*Clasificación de Lokyer.* — Tal como nos lo revela el espectroscopio, las estrellas de los diferentes tipos (de Secchi y de Vogel) parecerían estar constituídas de un modo muy distinto. Sin embargo, Lokyer, basándose en el hecho de que *cuanto mayor es la temperatura de un cuerpo más largo es su espectro continuo,* es decir, tanto más se extiende hacia el violeta (principio de Draper), ha llegado á la siguiente conclusión: la constitución química de las diferentes estrellas no es distinta, sino que todos *estos cuerpos siderales parecen provenir de una materia primordial, que por variación de temperatura, ha ido engendrando los cuerpos correspondientes á los mútiples espectros observados.*

Este astrónomo químico clasificó las estrellas del siguiente modo:

*Primer tipo. Estrellas gaseosas.*—Espectro largo. Elevada temperatura.

*Segundo tipo. Estrellas protometálicas y metálicas.* — Espectro regular. Temperatura media.

*Tercer tipo. Estrellas con carbono.* — Espectro corto. Temperatura baja.

Las rayas reforzadas del espectro pueden, según Lokyer, permitirnos establecer, que el cambio de espectro de un astro al otro se debe

á cambios de la *temperatura* y no de la composición química. Como veremos al correlacionar los datos de la química estelar con los principios de la filosofía natural (en la doctrina de la evolución inorgánica), Lokyer supone que las estrellas *evolucionan* desde las temperaturas más elevadas que sólo contienen *protomateria* hasta las de menor temperatura, constituídas al parecer, por metales y aun por cuerpos compuestos y todo esto, pasando por una escala gradual de temperatura, durante la cual la materia primordial afecta estados evolutivos distintos.

Pickering observando ciertas estrellas ($\xi$ Puppis), comprobó la aparición de un nuevo sistema de rayas que atribuyó á elementos nuevos. Pero más tarde, él y Kayser, llegaron (por el estudio de las series) á la conclusión que ellas revelaban *una nueva forma de hidrógeno* producida á expensas de una elevada temperatura. Como esta nueva serie de rayas del hidrógeno parece guardar con la serie conocida del mismo gas, la misma relación que las rayas protometálicas con las metálicas, Lokyer le llamó *protohidrógeno* á la modificación mencionada. Estas rayas parecen entonces indicar la presencia de partículas correspondientes á *los últimos estados de simplificación química* que podemos concebir (en las estrellas de más de 12.000°). En estos últimos años se ha hallado que los espectros, de la cromoesfera solar, $\alpha$ del Cisne y de un metal tipo con rayas reforzadas, concuerdan perfectamente. Lokyer llama *rayas protometálicas* á las rayas obtenidas con la chispa condensada y sostiene que las substancias que las producen pueden considerarse como *protometales,* es decir, como una forma de metal más sutil que las que motiva el arco y que parece corresponder á los *metaelementos* de Crookes.

*Las nebulosas.* — Estas colosales masas de materia sutil que pueden considerarse como verdaderos «protoplasmas astrales» (gérmenes de los futuros sistemas solares), adquieren formas de las más variadas desde la esférica hasta la espiral. Algunas son invisibles y emiten radiaciones ultravioletas que impresionan las placas fotográficas.

Existen dos grandes grupos de nebulosas, las *resolubles* en estrellas y las que á pesar de los más grandes aumentos sólo se presentan como masas gaseosas ó nubes incandescentes sin elementos individualizados. Al principio se creía que esto se debía á la diferencia del aumento de los telescopios, pero en 1864 Huggins dilucidó el punto empleando el espectroscopio. En efecto, este investigador halló que las estrellas blancas y las *nebulosas resolubles,* dan espectros que se parecen á los de las estrellas fijas, en tanto que las *nebulosas planetarias*

dan espectros con líneas brillantes que evidencian la presencia de gases incandescentes. Hasta hace poco sólo se habían determinado tres líneas: una del hidrógeno (raya F), otra del nitrógeno y otra que no se ha identificado todavía y que se supone sea debida á un elemento nuevo, el *nebulium*.

Un hecho muy significativo tanto para la cosmogénesis como para la teoría de la evolución inorgánica es el descubrimiento de las *estrellas nuevas* ó *novas*.

Partiendo de las investigaciones espectroscópicas, los astrónomos químicos, han llegado también á describir de un modo minucioso la evolución de una de esas estrellas que aparecen repentinamente en el firmamento para sucumbir después de corta vida. Una de las más interesantes fué la de la constelación del Cisne, aparecida en noviembre de 1876 y que transcurridas dos semanas ya había descendido de la tercera magnitud hasta la decimaquinta, quedando casi completamente apagada. Al mismo tiempo que su intensidad luminosa disminuía sensiblemente, la región violeta de su espectro, al principio provista de rayas brillantes, iba obscureciéndose poco á poco (signo de un descenso de temperatura) y la región roja y azul presentaba rayas correspondientes á la de los gases incandescentes que parecen constituir las « nebulosas ». La más reciente de las « estrellas nuevas » ha aparecido el 13 de mayo de 1912.

Casi todas tienen análoga historia, se convierten en nebulosas en corto tiempo, después de haber sido originadas, según Lokyer, por el choque de una corriente de meteoritos y una parte de nebulosa. Este hecho se halla en armonía con una gran cantidad de observaciones, según las cuales, la mayor parte de las estrellas tienen por « cuna », la via láctea, en la que á su vez, se encuentran verdaderos « nidos de nebulosas », ó protoplasmas astrales. Parece que en estas regiones tiene lugar la *evolución de la materia cosmica* con un máximo de intensidad.

## III

### LOS RESULTADOS DE LA ESPECTROSCOPIA ASTRONÓMICA Y LOS PRINCIPIOS DE LA FILOSOFÍA NATURAL. LA EVOLUCIÓN DE LA MATERIA.

1° *Breve reseña de las ideas antiguas y modernas sobre unidad, constitución y evolución de la materia.*

Según Hoeffer, el célebre y profundo historiador de la química, se observan tres etapas importantes en el desenvolvimiento de una ciencia. Al principio predomina la observación é intuición primitiva, la mayor parte de las veces genial, pero desprovista de bases científicas positivas; esta época se extiende hasta el cristianismo. En la segunda etapa, á la vez que se opera un debilitamiento de la observación, se somete el pensamiento á la autoridad espiritual llegando á la especulación mística y sobrenatural. Estas tendencias en el caso de la química, dan nacimiento á las extrañas doctrinas del arte sagrado y de la alquimia y dura todo el período comprendido por la edad media y parte de los tiempos modernos. Por último, en la tercera etapa, que corresponde á la época moderna, se vienen á comprobar por los métodos inductivos las intuiciones geniales de los antiguos.

Dicho historiador trae ejemplos, que ponen en evidencia una ley análoga en el desenvolvimiento de las demás ciencias.

Como veremos en seguida, en la exposición de nuestro caso particular del desenvolvimiento de la idea de evolución y unidad de la materia, las tres etapas mencionadas están representadas por los griegos, chinos y antiguos indús, la edad media y la época moderna.

*Primera etapa.* — Por los datos recogidos en la historia por separado la civilización china (hasta casi 2000 años a. C.), se puede afirmar que en esa época ya se habían expuesto las ideas acerca de la transmutación de los metales que se creen originarias de los alquimistas. Confucio (550 a. C.) fundador de la religión filosófica de los chinos, concebía una esencia de la naturaleza, *la materia unida inseparablemente á una virtud de materia misma* y de los continuos cambios de la materia y de su virtud, él hacía surgir el origen, la esencia y la regla de la vida. Estas ideas se encuentran recién en la filosofía de Espinoza en el año 1650 de nuestra era.

En Persia, Zoroastro, sostuvo la idea de un *principio* que llena la inmensidad del universo.

Esta idea fué sostenida por el egipcio Laerzio, quien admitía además la materia que, como principio de las cosas, engendraba los cuatro elementos y luego todo lo que tiene vida.

Nos detendremos especialmente en la idea de los indús y griegos.

*Indús.* — Como la China, la India ha quedado durante mucho tiempo desconocida por los europeos, quienes atribuyen á los griegos muchas de las ideas de sus filósofos. La mayor parte de los datos que se

poseen de los antiguos indús son ajenos á la historia de la química y pertenecen exclusivamente á la religión, literatura y costumbres. Según Hoeffer, entre los manuscritos sánscritos de la Biblioteca Imperial de París no se halla un solo documento que pueda interesar á la química.

Recientemente (1909) Praphula Chandra Ray, profesor de química en el colegio presidencial de Calcuta, ha llevado á cabo un trabajo importante y minucioso titulado *A history of indu chemisty,* en el cual se hallan desarrolladas las teorías físicas, mecánicas y químicas de los antiguos indús. El autor ha consultado el texto sánscrito de los diferentes sistemas. Dado lo genial de sus ideas haremos un extracto del capítulo de esta parte de la obra escrita por Seal y especialmente el cuerpo de doctrina referente al sistema fundado por el filósofo Patañjali.

*Sistema Vaiseshika.* — El atomismo indús anterior al atomismo griego fué fundado por Kanada (Sutra de Kanada). Según este filósofo, existen nueve especies de substancias, cinco sensibles ó materiales (tierra, agua, luz, aire y éter (akasa), (este último considerado infinito y esparcido por el universo entero) y cuatro inmateriales, tiempo, lugar, alma y conciencia. Suponía que las substancias materiales se forman de *átomos* (indivisibles) y calculó para el átomo un valor igual á la sexta parte de las partículas visibles en un rayo de sol. (Véase obra de Leopoldo Mabilleau, *Histoire de la philosophie atomistique,* 1895. En esta obra, según Guareschi, se hallan datos interesantes sobre la filosofía india).

*Sistema Patañjali.* — Este sistema cuya síntesis hacemos á continuación, se basa en los principios científicos de la conservación, transformación y disipación de la energía y no en especulaciones puramente metafísicas.

En él se admitía el *Prakriti*, especie de esencia universal, informe, indiferenciado, ilimitado, indestructible, de donde sale *todo* y también adonde *todo* va. Este Prakriti es algo así como la *cuna y tumba* de los seres cósmicos.

Tres son las cosas reales ó *gunas* que se hallan en el Prakriti : 1ª *Sattva* ó esencia que se manifiesta en todo fenómeno y que se caracteriza por su *tendencia á la manifestación ;* 2ª *Rajas* ó *energía* que se manifiesta por su *tendencia al trabajo ;* 3ª *Tamas* (masa ó inercia) que se opone á las *tendencias del Rajas* al trabajo y del *Sattva* á la manifestación.

Considera que la *energía* es inmaterial, pero posee *cantidad y exten-*

*sión* y produce movimiento y la divide como los modernos en *energía potencial* y *energía cinética* ó de movimiento.

Las tres entidades reaccionan entre sí y entran conjuntamente en todo fenómeno. Nada existe en el universo de la conciencia sin la manifestación por medio de la esencia ó *substractum intelectual.* Este *substractum intelectual* y el *substractum material* no pueden por sí mismo producir actividad y necesitan del intermediario Rajas ó principio de energía (objeto, sujeto y acto). Variando la cantidad de inercia, energía y masa en distintas formas de agrupación se tienen todas las cosas del mundo fenomenal. En cada caso particular una de las « gunas » predomina y las otras quedan *latentes* ó *sublatentes* (en los sistemas materiales : la masa es patente, la energía latente y el Sattva sublatente, etc.).

*El punto de partida de la historia cósmica,* que en este sistema es sólo aparente, porque los indús admiten que la evolución es cíclica y por lo tanto indefinida (sin principio, y sin fin), se caracteriza por un equilibrio que tiene lugar entre los *gunas* uniformemente difundidos. Las *tendencias* hacia la manifestación consciente y hacia el trabajo se hallan contrabalanceadas por la resistencia interpuesta por la *inercia de la masa.*

La trascendental influencia de Purusha (absoluto) pone término á este equilibrio é *inicia el proceso de evolución.* Se supone que las partículas del Sattra (Sankya moderno), Rajas y Tamas poseen afinidad para las otras partículas de la propia clase, la cual se manifiesta (por influencia del Purusha) dando por resultado la ruptura de la distribución uniforme, y por consiguiente, la *agregación* de las partes análogas y formación de las tres entidades en desequilibrio. El resultado final de este desequilibrio donde predomina una de las tres entidades es la actividad (pasaje de la potencia al acto de Aristóteles : é instabilidad de lo homogéneo de Spencer.)

No consiste la evolución en el orden de sucesión del todo á las partes, ni de éstas á aquél, sino en el pasaje de un *conjunto relativamente indiferenciado, incoherente* y *homogéneo* á otro *conjunto más diferenciado, coherente* y *homogéneo* y ésto *indefinidamente.* Comparada esta fórmula general de evolución con la propuesta por Spencer en sus *Primeros principios,* se nota una analogía sorprendente.

Tres son los estados de *evolución cósmica* según este sistema filosófico indú.

1° En el primero, el Prakriti difundido homogéneamente en el universo entero encierra las tres entidades reales al estado

potencial que más tarde se individualizan y reaccionan entre sí;

2° Después lo *cognoscible, universo empírico* ó *materia cósmica de experiencia* que abarca las cosas materiales y el substractum intelectual (Mahat) (inteligible esencia del cosmos) evoluciona por diferenciación é integración dentro del uniforme Prakriti;

3° Por último el substractum determinado por integración y diferenciación evoluciona en una *serie subjetiva* (sujeto de experiencia) y en una *serie objetiva* ó substractum material donde se verifica el pasaje de la energía *potencial* á la forma específica de la *energía sensible*. Al mismo tiempo se produce una integración de materia desde la substancia *sutil* ó *supersutil* hasta las substancias *individualizadas* y con propiedades genéricas y específicas características (diferentes clases de Paramanus). Así tiene lugar el movimiento ó evolución de las *series cósmicas* en las etapas ascendentes del equilibrio inestable, hasta la *inversión del proceso*, que se verifica con transformación de energía y *desintegración completa del universo material* hasta difundirse por completo en el Prakriti primitivo. Este último proceso inverso viene á cerrar el ciclo evolutivo que es indefinido.

Vemos, pues, que según esta doctrina precursora de las ideas modernas, el proceso evolutivo se opera en dos fases principales: *a) fase de creación* (ó síntesis): agregación desigual de masas, materiales, formación de substancias inorgánicas y orgánicas (génesis de los mundos) con liberación de energía hasta alcanzar un equilibrio relativamente estable; *b) fase de disolución* : desintegración de la masa acompañada de transformación de energía hasta otro equilibrio del cual no puede salir sin la intervención de lo absoluto para dar un nuevo ciclo.

*No hay destrucción de masa ni de energía sino disolución en el Prakriti informe.*

Al lado de estas ideas verdaderamente geniales y que muchos creen obra exclusiva de los filósofos modernos, existen en el sistema Patañjali otras no menos elevadas sobre la constitución íntima del átomo material, al cual consideran como un agregado complejo de lo que hoy llamamos materia y energía potencial y radiante. Iríamos demasiado lejos, si expusiéramos aquí estas ideas, que se hallan desarrolladas de un modo magistral en la notable obra del filósofo químico indú Praphulla Ray. Bástenos decir, que en ellas se encuentran las bases de una interpretación de las propiedades por las cuales se nos manifiesta el mundo material, que no desmerece en nada, si se la compara con las que proclamó la ciencia contemporánea, después del descubrimiento del radio y de la disociación estelar.

*Griegos.* — El movimiento atomístico griego puede considerarse como una prolongación del iniciado por los indús. Seis siglos antes de Cristo surgieron los grandes sistemas de estos filósofos, es decir, varios centenares de años antes que Demócrito diera las bases de su doctrina atomística, pero los griegos dieron más claridad á muchas de esas ideas separándolas de toda influencia de escuela religiosa.

Thales de Mileto (640 a. C.) guiado por su tendencia hacia la unidad de las cosas, emitió la idea de que el agua es el principio de todo lo existente.

La misma idea fundamental sustentó Anaxímenes, pero reemplazando el agua por el aire. Aunque desacertada la elección del principio generador ó substancia primordial, ambos exteriorizaron un concepto unitario que se halla muy arraigado en nuestra época.

Anaximandro (550 a. C.) al suponer la existencia de un principio *infinito indeterminado* y *etéreo* con partículas regidas por la acción del calor y generador de todo lo existente en el universo sensible, superó en mucho el concepto de sus antecesores.

En la *Enciclopedia química* de Guareschi, se dice que estos filósofos tuvieron ideas superiores á las de los indús respecto á la unidad del principio universal, pero inferiores porque no admitían la división atómica ni la idea de combinación ó asociación, que según Mabilleau, es la única que puede hacer fecundo el concepto de materia primordial.

Pitágoras sobresale por sus geniales ideas de armonía cósmica. Consideró el número y las relaciones numéricas como el principio de todas las cosas y atribuyó una forma geométrica á los átomos. Para él, las diferentes substancias son simples números que conducen á las armonías matemáticas. Estas y otras ideas que forman la base del sistema de Pitágoras, guardan una relación sorprendente con la teoría moderna de las vibraciones y la ley periódica.

Heráclito (500 a. C.) sostenía la idea de un fuego *etéreo,* constructor y destructor de todas las cosas existentes : *alma del eterno devenir.* Las grandes leyes del universo se identifican con los procesos de generación y descomposición, atracción y repulsión (amor y odio según el filósofo). La idea de unidad en el dominio de los seres cósmicos adquiere con Heráclito carácter claro y preciso.

Empédocles (450 a. C.) sostuvo una tesis parecida á la del filósofo anterior. Según él, los cuatro elementos (fuego, aire, agua y tierra que ya figuraban en el sistema indú de Kanada) se hallan constituídos de *partículas invisibles eternas é indestructibles ó elementos de los*

*cuerpos de la naturaleza.* Estos elementos eternos por *atracción y repulsión, composición y descomposición* (síntesis y desdoblamiento de los modernos) dan lugar á la inmensa variedad de sistemas materiales que pueblan el universo sensible. Además, él tiende á establecer que el *principio del conocimiento* reposa en la identidad del pensamiento con lo que se trata de estudiar. Como el hombre está compuesto según este filósofo, de los mismos elementos simples que los objetos del mundo que observa, el conocimiento implica identidad de composición del sujeto y del objeto. El acuerdo entre estos conceptos y los sustentados por el sistema Patañjali, que hace derivar la serie objetiva y subjetiva de la materia cósmica, es, como vemos, casi perfecto.

Puede considerarse á Leucipo (495 a. C.) como el filósofo que dió forma más clara y concreta al sistema atómico perfeccionado más tarde por Demócrito. Admitía, como sabemos, á los cuerpos formados de *átomos insecables* que por su *posición, separación y combinación,* dan lugar á la infinita variedad de agregados materiales. El movimiento de estos átomos de diferentes formas y tamaños produce las combinaciones y descomposiciones. Puede explicarse según él la formación del mundo físico por la sola acción de agentes naturales sin la intervención de ninguna inteligencia creadora.

Demócrito (470 a. C.), amigo y discípulo de Leucipo, sostuvo que *nada sale de la nada* y admitió la existencia de átomos, basándose en que no era concebible suponer algo material formado por una suma de nadas ó de cosas no existentes (lo que sucedería si la materia pudiera dividirse al infinito). Consideraba á los átomos provistos de figuras y de movimientos oscilatorios y giratorios susceptibles de trasmitirse y átomos cuyas agrupaciones diferentes dan nacimiento á un número infinito de mundos parecidos ó diferentes.

Anaxágoras (500 a. C.) se inclinó más bien á la existencia de un número infinito de *elementos primitivos* que llamó homeomerías. Estos elementos ó gérmenes increados, indestructibles é invariables en cuanto á su esencia, por sus múltiples combinaciones, engendran, según este filósofo, todas las cosas existentes, todos los cuerpos conocidos. « La suma de estos principios primeros es siempre la misma; nada puede sacarse ni añadirse á ellos. Nada se engendra *ex nihilo* y nada se pierde; las cosas se forman por la agregación de los gérmenes preexistentes y desaparecen por la desagregación de estos gérmenes que contiene su existencia. » (R. Jagnaux, *Histoire de la chimie,* pág. 25.) *Todo está en todo y cada átomo es un mundo en miniatura.*

Aristóteles continuó en esta corriente de ideas y amplificó los conceptos de Kanada sobre los cinco elementos, admitiendo un movimiento circular perpetuo para el éter.

Teofrasto (315 a. C.), discípulo de Aristóteles, sostuvo las ideas de este último y escribió un tratado sobre la piedra filosofal.

La doctrina griega que acabamos de exponer sintetizando las ideas de sus principales sostenedores, fué continuada durante el período romano por Lucrecio, quien en su célebre poema *De natura rerum* expuso en forma poética los fundamentos del sistema filosófico de Epicuro.

*Segunda etapa.* — Esta comprende todo el período de la edad media y se caracteriza por las ideas de los alquimistas que disfrazados con el manto de la magia ó arte sagrado, sólo llegaron á un nivel inferior al alcanzado por sus antecesores los indús y griegos. Y al hablar de alquimistas sólo nos referimos á un grupo reducido de hombres estudiosos que nos merece el mayor respeto como Paracelso, Raimundo Lullio y Vasilio Valentin, porque á pesar de que no aportaron ideas fundamentales á las de los sistemas de la India y Grecia, iban guiados en sus especulaciones filosóficas, por la idea de unidad y evolución de los seres universales. La mayor parte de los alquimistas procedían (cuando lo hacían con la buena intención de no explotar á los ignorantes) de un modo empírico, sin base ni método alguno y guiados por unas ideas bastante positivistas, como la del enriquecimiento á base de la transmutación de todo en oro y la del elixir de larga vida. Sin embargo, en su encomiable obstinación han dejado á la química moderna un caudal de descubrimientos útiles, como el del fósforo y otros cuerpos, hechos casi al azar.

Respecto á la obra de los alquimistas se han vertido opiniones extremas. Mientras unos los llegaban á ridiculizar, cometiendo una gran injusticia al no tener en cuenta el estado de los conocimientos en la época en que ellos actuaban y las persecuciones inicuas de que eran objeto por parte de los que consideraban sacrílega la revelación de «ciertos misterios», otros, olvidando la obra fecunda de los indús y griegos, los enaltecían al punto de considerarlos fundadores de un sistema filosófico, que sólo es copia de aquellas escuelas.

El simple examen de las ideas antiguas y especialmente de las del sistema del filósofo indú Patañjali, muestra que la escuela alquimista no ha desempeñado un papel creador como algunos lo han afirmado. Otro tanto sucede en lo que se refiere al papel de comprobadores que

les corresponde exclusivamente á los modernos con sus poderosos métodos de investigación.

Basta citar algunos ejemplos de la obra fundamental de Hoeffer para no dudar que « la famosa teoría de la transmutación de los metales, *adoptada* por los alquimistas, se halla fundada en hechos reales pero mal interpretados » (lib. cit., t. I, pág. 231).

He aquí algunas de las experiencias que se llevaban á cabo en el gabinete de trabajo de Zosima, uno de los grandes maestros del arte sagrado que en la edad media toma el nombre de alquimia.

1. *Experiencia.* — Un hierro calentado al rojo y luego introducido debajo de una campana de vidrio con agua, daba lugar al desprendimiento de un gas que se inflamaba al acercarle una bujía encendida. *Conclusión : el agua se cambia en fuego.*

2. *Experiencia.* — Copelación del plomo y obtención de un espejo plateado (fenómeno del relámpago). *Conclusión : el plomo se transmuta en plata.*

3. *Experiencia.* — Una lámina de cobre expuesta á los vapores de arsénicos se recubre de una delgada película blanquecina. *Conclusión : el cobre se transmuta en plata.* (Esto daba lugar á alegorías llenas de enigmas que simbolizaban el influjo divino.)

4. *Experiencia.* — Un objeto de hierro introducido en una solución ácida de sal de cobre daba un depósito brillante rojizo. *Conclusión : el hierro se transmuta en cobre.*

Podrá objetarse que dado el estado de los conocimientos de esa época, esas conclusiones y otras por el estilo, eran las únicas que podían sacarse de las experiencias que ellos hacían. Pero esta objeción pierde todo su valor, si tenemos en cuenta, que un *espíritu libre de la obsesión de que un metal podrá transmutarse tan fácilmente en otro, examinando mejor el hecho, hubiera sacado una conclusión muy distinta.*

Se ve por todo lo expuesto, que son muy atinadas las observaciones siguientes que el distinguido historiador Hoeffer hace á las ideas de esta fase del desarrollo de las doctrinas químicas. « En la segunda época, el espíritu de observación se debilita ó se extravía. Sometido á la autoridad espiritual, el pensamiento abandona el campo de la experiencia para refugiarse en el dominio de la especulación mística y sobrenatural. De aquí el origen de tantas doctrinas extrañas, engendradas por la imaginación de los discípulos del arte sagrado y de la alquimia » (1).

(1) Loc cit., tomo I, página 1, *Coup d'œil général sur le progrès de la science.*

Resumiendo podemos decir, que la escuela alquimista de la edad media, no agrega nada de valor á los sistemas indú y griego en lo que se refiere al concepto de unidad y evolución de la materia y no aporta ninguna base firme al edificio de los sistemas filosóficos modernos que vienen á dar nuevos rumbos á esa doctrina *ampliando y confirmando* las sublimes instituciones de los antiguos.

*Tercera etapa.* — Esta etapa abarca la última parte de la época moderna y la época actual y en ella podemos caracterizar tres movimientos convergentes que nos llevan á un concepto análogo de unidad y evolución de la substancia universal. El primero lo constituyen las especulaciones químico-filosóficas deducidas de la correlación numérica en los pesos atómicos y clasificación de los elementos; el segundo, las investigaciones espectroquímicas sobre disociación astral y el tercero, el descubrimiento del radio y la comprobación de una disociación ó desintegración universal de los sistemas llamados materiales.

Antes de hacer una breve exposición de los tres períodos, creemos conveniente recordar, que la noción moderna de substancia fué introducida por el célebre Espinosa, quien en su concepción panteísta, sostenía que dicha *substancia universal* (ó « ser cósmico divino ») se nos presenta bajo dos aspectos de su verdadera esencia ó atributos fundamentales; la *materia* (la substancia-materia es infinita y extensa) y el *espíritu* (la substancia-energía pensante) y que comprende todo. Según este concepto defendido con ardor por Goethe y Haekel, todas las formas individuales de la existencia sólo son formas especiales y pasajeras de la substancia, *accidentes* ó *modos.* Estos *modos* son objetos corporales, *cuerpos materiales,* cuando los consideramos con el atributo de la *extensión;* al contrario, son *fuerzas* ó *ideas* cuando las consideramos con el atributo del pensamiento (de la energía). (Para más detalles véase Haekel : *Los enigmas del universo).* Sólo añadiremos, que este concepto se identifica con el de la « materia cósmica de experiencia » que evoluciona según el sistema Patañjali (como hemos visto) en dos series objetivas y subjetivas á partir del Prakriti increado, homogéneo é indestructible.

Prout en 1815, publicó un trabajo que mantuvo anónimo durante un año y en el cual, basándose en la comparación de las densidades de los elementos al estado gaseoso y sus pesos atómicos con respecto al hidrógeno tomado como unidad, llamó la atención de que unos y otros se acercaban á números enteros. Un año más tarde afirmaba

que nuestro elemento hidrógeno debía ser la *materia prima*, que por condensaciones sucesivas había engendrado á todos los elementos conocidos.

Esta idea provocó vivas discusiones entre los químicos Berzelius, Dumas, Stas, Clarke, Marignac, impugnándola unos y defendiéndola con tesón otros. Dumas tomó á cargo, con más entusiasmo que sus demás contemporáneos, la defensa de la hipótesis de Prout y en un solemne discurso pronunciado en la Asociación británica basándose en las triadas de Doebereiner, sostuvo la idea de la unidad de la materia y transmutación de los elementos, con un brillo indescriptible que dejó admirado al auditorio. Esta conferencia fué clasificada por Faraday como « el sueño poético de un filósofo » y lleno de asombro dijo que ella podía contener el germen de una nueva ley.

En estos últimos tiempos Hinrichs ha tomado con empeño la defensa de la hipótesis de Prout y después de estudiar detenidamente los sistemas de Berzelius, Dumas, Stas, sobre determinación de pesos atómicos demuestra que las cifras de este último son inexactas, pues están afectadas de errores sistemáticos cuya ley ha establecido y comprobado matemáticamente, y llega á las siguientes conclusiones :

1ª *Formación de todos los elementos químicos á expensas de una materia primordial ; el pantógeno.*

2ª *La unidad de la materia es una verdad evidente.* (Véanse los trabajos de Hinrichs aparecidos en el *Moniteur scientifique :* los pesos atómicos son conmensurables y la materia es una.) Todas estas ideas que recibieron una acogida favorable por Schultzenberger y Berthelot en Francia, el autor las sostuvo ya en 1867 en su « mecánica de los átomos ».

Los químicos modernos no quedaron satisfechos con esta primera tentativa de correlación numérica de los pesos atómicos. Inspirados en las ideas del gran Pitágoras, trataron de sorprender en la armonía y ritmo de los guarismos atómicos, la base de la interpretación de las principales propiedades de los sistemas materiales que constituyen los diferentes elementos. Es así que con la clasificación en familias naturales (relaciones entre elementos semejantes), y con el establecimiento de la ley periódica, comienza una nueva era en la evolución de las doctrinas químicas, fecunda en resultados.

No es el caso que detallemos aquí los pormenores de los trabajos que han antecedido á los de Lothar Meyer y Mendeleeff, relativos al establecimiento de la ley periódica. Debemos hacer constar sin em-

bargo, que en las triadas de Deobereiner (1816), en la clasificación de Pettenkofer y Dumas (1840), en el tornillo telúrico de Chancourtois (1862), y en las octavas de Newlands (1863), se hallan los gérmenes de dicha ley. Particularmente Chancourtois, tuvo la idea de comparar la serie característica de los puntos geométricamente semejantes de su tornillo (pesos atómicos y propiedades químicas), con la serie de las notas de la de gama musical y la de los colores del espectro. Este ritmo inevitable y significativo en la evolución de las ideas madres como las de Pitágoras, nos reproduce los conceptos de este hombre de intuición poderosa con toda su majestuosidad.

Algunos autores basándose en el aumento creciente de cuerpos simples, sacan ilógicamente conclusiones contra la doctrina de la unidad de la materia. El examen del sistema periódico nos aparta mucho de esta extraña conclusión, porque poniendo en evidencia analogías sorprendentes entre dichos elementos, nos induce á pensar en una relación de descendencia que sólo puede admitirse si se adopta la idea de la evolución gradual de una materia primordial.

Á este respecto Haeckel, en sus *Enigmas del universo,* después de establecer que una descendencia análoga á la de los organismos puede tener lugar entre las familias de elementos, dice : « Podemos entonces admitir que los elementos empíricos actuales no son verdaderamente *especies fijas de la materia,* simples y constantes, sino que se hallan desde su origen, compuestos de átomos primitivos simples, idénticos y que solamente varían en número y posición. Las especulaciones de Wancht, Preyer, Crookes y otros han mostrado de qué manera se puede concebir que todos los elementos se han diferenciado á partir de una sola y única *materia primera, el protilo.* »

2° *El radio y los fenómenos radioactivos : la radioactividad considerada como una propiedad universal de la materia : teoría de la energía interatómica y de la desmaterialización de la materia.*

Haremos aquí una breve exposición de las principales propiedades del radio, ya bastante conocidas, para pasar en seguida al problema de la disociación y radioactividad universal de la materia, que guarda estrecha relación con los resultados obtenidos por la astroquímica y con las diferentes ideas cuya evolución hemos examinado con cierto detalle.

El descubrimiento de este extraordinario cuerpo que se ha convenido en denominar *radio,* tuvo su punto de partida en las investigaciones del físico Becquerel sobre las radiaciones obscuras emitidas

por el uranio y sus compuestos, que poseen la propiedad de impresionar las placas fotográficas. Estas primeras investigaciones que se llevaron á cabo en 1896 vinieron á abrir el camino para los futuros descubrimientos. Los esposos Curie en 1898, tratando de ver si otros cuerpos producían el mismo fenómeno, hallaron que un mineral, la «pechblenda» (compuesto de 40 % de óxido de uranio, arsénico, azufre, cobre, níquel, bismuto, manganeso, bario, cobalto, plata, etc.) daba radiaciones eléctricas y químicas hasta cuatro veces más potentes que la del uranio metálico. Este hecho les hizo sospechar que el mencionado mineral debía contener «otro cuerpo», de gran «actividad radiante». Para comprobar esta suposición, sometieron la pechblenda á un largo y costoso tratamiento, que dió por resultado el descubrimiento del famoso metal. La obtención de un gramo de sal de radio exige el tratamiento de varias toneladas del mineral, cada una de las cuales necesita cinco toneladas de reactivos diversos y 50.000 litros de agua de lavajes. El rendimiento es de dos á tres decigramos por tonelada y se obtiene una sal que posee un poder de radiación 1.500.000 veces mayor que el del uranio metálico. Esta es la razón de su elevado precio que en 1905 alcanzaba á la enorme cifra de 400.000 francos el gramo de sal de radio puro.

Las sales de radio emiten una «emanación» material de naturaleza gaseosa que resiste á todos los agentes químicos y varias «radiaciones» que han sido simbolizadas con las letras griegas $\alpha$, $\beta$ y $\gamma$. Los *rayos* $\alpha$ son desviados por el imán y están constituídos por partículas de electricidad positiva provistas de una velocidad que oscila alrededor de 20.000 kilómetros por segundo. Estas partículas atraviesan los cuerpos pero su poder de penetración es muy débil y debido á su colosal velocidad y gran número, producen efectos caloríficos considerables en relación á su masa. Los *rayos* $\beta$ son muy desviados por el imán, se parecen á los rayos catódicos, tienen mayor poder de penetración que los $\alpha$, poseen electricidad negativa é impresionan las placas fotográficas. Su velocidad es comparable á la de la luz y poseen una masa dos mil veces inferior á la del átomo de hidrógeno. Los *rayos* $\gamma$ son muy penetrantes, no se desvían por el imán, y se asemejan mucho á los rayos X é impresionan enérgicamente las placas fotográficas.

La *energía* desarrollada por el radio y otras substancias radioactivas (torio, uranio, etc.) es extraordinaria. La *energía química* se traduce por acciones intensas sobre la placa fotográfica y por otros fenómenos como la descomposición del ácido nítrico. Esta acción se hace

sentir aún á través de láminas delgadas de Cu, Pt, etc.: es posible impresionar una placa trazando caracteres con un tubito con bromuro de radio, á través de una gruesa hoja de papel negro ó de una lámina de estaño. El poder de penetración es mucho mayor que el de los rayos X.

La *energía eléctrica* que es muy intensa, se revela por medio del electroscopio, aparato que se descarga con facilidad extrema, cuando se acerca á unos cuantos centímetros la sal de radio. Este método eléctrico es alrededor de mil veces más sensible que el del análisis espectral.

La *energía luminosa* se exterioriza por los fenómenos de fosforescencia y fluorescencia. Con el sulfuro de zinc se obtiene fosforescencia azulada que vista con la ayuda de una lente se presenta como un conjunto de puntos luminosos, especies de estrellitas que aparecen y desaparecen constantemente. El platinocianuro de bario da luz verde. el de potasio, azul, etc. Además de estos efectos se han observado coloraciones diversas, producidas por su acción sobre otras substancias (vidrio, piedras preciosas).

La *energía calorífica* es considerable con relación á su masa. Se ha llegado á probar experimentalmente que la potencia calorífica alcanza á la cifra de 22.500 calorías por hora (y para una cantidad de 225 gramos), es decir, una cantidad comparable á la que corresponde á la combustión de un gramo de hidrógeno.

Y el hecho más sorprendente es que todo este desprendimiento considerable de energía en sus diferentes formas, se verifica sin que le haya sido posible al hombre acusar, con sus aparatos actuales, la más mínima diminución de peso.

Para explicar este hecho curioso se han emitido varias hipótesis. Unos creen que el radio no hace más que transformar ciertas radiaciones desconocidas que se hallan esparcidas por el universo. Otros sostienen que los fenómenos observados son comparables á una fosforescencia perpetua, que se produce á expensas de la energía almacenada durante un tiempo muy largo. Pero la mayoría de los físicos y químicos que se han ocupado especialmente de esta clase de investigaciones, se inclinan á admitir, que toda la energía emitida por esos cuerpos proviene de la desintegración de la materia, de la destrucción del átomo. Según estos investigadores, que establecen sus hipótesis, fundándolas en un gran número de experiencias, la materia puede considerarse como una «modalidad de la energía» como «energía concentrada» (ó energía interatómica de Le Bon) y su destrucción no

implica la destrucción ó desvanecimiento de la « substancia universal », sino la « transformación » de la materia ó energía estable en las formas más inestables de la energía, como el calor, la luz, la electricidad, etc. Pero esta destrucción vendría á ser tan lenta, que sería ilusorio pretender que nuestras balanzas fueran capaces de atestiguar la más insignificante diminución de peso. Se ha calculado, en efecto, que para notar la diminución de la mitad del peso de una substancia radioactiva se necesitarían alrededor de 2000 años. Debemos, por lo tanto, evitar de caer en afirmaciones tan absolutas como la de que los químicos, con sus balanzas, han llegado á demostrar la indestructibilidad de la materia.

Las nuevas experiencias relativas á los rayos X, rayos catódicos, emisión de los cuerpos radioactivos, tuvieron la virtud de provocar una serie de fecundas investigaciones por parte de Thompson, de Heen, Ramsay, Curie, Le Bon, etc. Sólo expondremos aquí sumariamente la teoría de la energía interatómica que Le Bon ha sentado de una manera precisa para interpretar un hecho importante establecido por él y otros investigadores; la radioactividad como propiedad general de la materia. Las bases experimentales de esta teoría que actualmente defienden Thompson, de Heen y Ramsay se hallan descriptas con todo detalle en las obras *L'évolution de la matière* y *L'évolution des forces,* pertenecientes ambas á la biblioteca de filosofía científica que Le Bon dirige con tanto acierto. Dado el carácter sintético de esta exposición nos conformaremos con resumir la parte esencial relativa á la evolución de la materia, esto es, la única parte que guarda relación íntima con el punto de vista en que nos hemos colocado y exhortamos al lector á que consulte, entre otras, las obras mencionadas, donde se halla expuesta detenidamente esa teoría y el resumen de las ideas vertidas sobre constitución de la materia. (Véase también: *Electricidad y materia,* de Thompson.)

La emisión de partículas dotadas de velocidad incalculable capaces de hacer conductor al aire de la electricidad y de atravesar los obstáculos no es exclusiva, según Le Bon, de cuerpos excepcionales como el radio y el uranio, sino que pertenece á todos los cuerpos de la naturaleza. Este físico ha conseguido probar que el calor, la acción de la luz ultravioleta, las descargas eléctricas y las reacciones químicas provocan la emisión de productos de *desmaterialización de la materia,* y en el caso del radio y del uranio se producen con un máximo de energía estos fenómenos que toda la *materia manifiesta.* Thompson en 1906 encontró que el agua, la arcilla, la arena y otros cuerpos son radioactivos.

Esta radioactividad es interpretada por Le Bon de la siguiente manera: *la materia* pasa sucesivamente por diferentes fases durante las cuales pierde sus cualidades de materia hasta llegar al estado de equilibrio característico del éter. Los sistemas materiales vienen á constituir el estado de equilibrio estable de la energía (energía interatómica), cuyas formas inestables son la electricidad, la luz, el calor, etc.

Ahora bien, esta energía necesaria para lanzar las partículas con grandes velocidades, la materia no la saca del exterior sino de su interior mismo ó sea de la *energía interatómica*. Admitiendo esta idea no es necesario suponer que la radioactividad existe en todas partes porque todos los cuerpos contienen radio.

El método empleado por Le Bon para demostrar la disociación de la materia ordinaria es el mismo que el que ha servido de base para determinar la radioactividad de los cuerpos fuertemente radioactivos tales como el radio y el torio, y se basa en la producción de partículas emitidas con una inmensa velocidad y capaces de hacer conductor de la electricidad al aire y de ser desviadas por un campo magnético. Además de este carácter general, existen otros particulares como: la impresión de placas fotográficas, la producción de fluorescencia y fosforescencia por las partículas emitidas. El 99 por ciento de la emisión del radio se compone de radiaciones que no ejercen acción sobre las placas.

Estos métodos han permitido, según Le Bon, establecer la identidad de ciertas partículas provenientes de los cuerpos espontáneamente radioactivos y de aquellos cuya radioactividad ha sido provocada, y los rayos catódicos de las ampollas de Crookes.

He aquí las proposiciones que deduce Le Bon de sus experiencias:

1ª La *materia* considerada como indestructible se desvanece por la disociación continua de los átomos que la componen;

2ª Los productos de desmaterialización de los átomos constituyen substancias intermedias, por sus propiedades, entre los cuerpos ponderables y él éter imponderable, es decir, entre dos mundos considerados hasta aquí como fundamentalmente separados;

3ª La materia considerada como inerte é incapaz de dar otra energía distinta de la que se le ha comunicado, es al contrario un colosal receptor de energía, la *energía interatómica,* la cual puede emitir sin recibir del exterior;

4ª Es de la energía interatómica que se manifiesta durante la diso-

ciación de la materia, de que resultan la mayor parte de las fuerzas del universo, la electricidad y el calor solar sobre todo.

Le Bon funda con esta base una teoría cosmogónica aplicable tanto al sistema astronómico ó macrocosmo, como al sistema atómico ó microcosmo, la cual estaría de acuerdo con la doctrina de los indús que hemos expuesto anteriormente. El átomo ó sistema solar en miniatura (idea de los indús y de Anaxágoras) parece encerrar, á pesar de su extrema pequeñez, secretos de incalculable valor.

Según este investigador, la destrucción final es continuada en la sucesión de las edades, por un *nuevo ciclo de nacimiento* (evolución indefinida de los indus) y de *revolución,* sin que sea posible asignar un término á esta destrucción y á estos renacimientos probablemente eternos.

Pero si el ciclo de la evolución de la substancia universal es eterno, no puede admitirse que haya destrucción de energía y de materia, puesto que en tal caso sería limitada la evolución. Hay que aceptar entonces, que la energía y la materia se desvanecen mutuamente trasformándose una en otra ó difundiéndose en la *substancia universal permaneciendo constante la cantidad de esta última* (el Tamas y Rajas en el Prakriti de la doctrina de Patañjali). Si esta no hubiese sido la idea de Le Bon al afirmar que *nada se crea todo se pierde* (lema de sus obras), él se hallaría en contradicción con su misma hipótesis de los períodos de evolución de la substancia universal (podríamos decir substancia universal supuesta por el filósofo Espinoza).

Parece que después de las múltiples objeciones que se le han hecho, Le Bon ha variado algo el concepto primitivo y á tal punto que llega á hacer la salvedad de que: *nada se crea,* significa que nosotros no podemos crear materia (habría que decir *nosotros no creamos* y no *nada se crea)* y *todo se pierde,* que significa que la materia desaparece completamente como substancia universal con atributo de materia, regresando al éter. Sin embargo, estas restricciones no le quitan el mérito que él ha tenido al descubrir la disociación universal de la materia y al formular su teoría de la energía interatómica que viene á abrir á la ciencia moderna, un vastísimo campo de investigación.

En resumen, los nuevos trabajos de Le Bon, lejos de aniquilar como se ha pretendido, los conceptos que llevaron á los investigadores á sentar los principios fundamentales de la indestructibilidad de la materia y de la energía, los amplifica más y en lugar de aplicarse exclusivamente á la llamada materia ponderable, se aplica también al conjunto de substancia universal ponderable ó no. Este átomo no es

eterno, dice Naquet, pero la partícula etérea siempre idéntica á ella misma, de la cual el átomo está constituído, es eterna. Este distinguido filósofo atomista en un artículo de alto vuelo titulado *Una crisis en la ciencia (Moniteur scientifique,* 1904), dice: «Nunca se creyó que el principio de Lavoisier era falso por el hecho de que una célula creciera y evolucionaria hasta disgregarse en detrimento del mineral». ¿ Por qué extrañarnos entonces al ver el átomo *esta célula de la substancia ponderal,* volver á su origen etéreo? Esto nos obliga, es cierto, á admitir la complexidad y divisibilidad del átomo. Pero esta complexidad y divisibilidad se ha supuesto desde hace mucho tiempo.

3° *La disociación estelar y la teoría de la evolución inorgánica.*

Entre los precursores modernos de la teoría de la desintegración de la materia se encuentra en primera línea el sabio astrónomo químico Norman Lokyer, quien tomando como punto de partida la aplicación del espectroscopio al estudio de los astros con luz propia, consiguió, después de un cúmulo de investigaciones prolijas, sentar las bases firmes de la *teoría de la evolución inorgánica.*

Esta teoría se halla expuesta en todos sus detalles en una de las obras fundamentales de dicho astrónomo, titulada *L'évolution inorganique,* que apareció en 1905 y ha sido analizada por el célebre Poincaré en su reciente obra sobre hipótesis cosmogónicas (H. Poincaré, *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques professées à la Sorbonne,* rédigés par Hewin Vergne, cap. IX).

Este filósofo y matematico da á las investigaciones de Lokyer mucha importancia como puede verse en el párrafo siguiente, que lo encontramos en su obra después del análisis de las teorías de Kant, Laplace, Darvin y Lee. «Hasta aquí, nuestro horizonte no ha pasado el sistema solar. Pero la espectroscopia, dando nacimiento á la química estelar, ha revelado estrellas de tipos espectrales muy diferentes, y se ha llegado á estudiar la evolución de estos astros. Las teorías mecánicas ó termodinámicas ceden su puesto aquí á las teorías químicas.»

Como ya hemos expuesto en nuestra primera parte, los resultados alcanzados en el fecundo campo de la astroquímica por el método espectral, sólo haremos aquí una síntesis de la teoría de Lokyer sobre evolución de la materia cósmica que se funda en el estudio simultáneo de la *composición química y temperatura de las estrellas.*

Según hemos visto al exponer las experiencias de Draper, la composición de la parte visible del espectro continuo emitido por un

cuerpo incandescente, varía con la temperatura, extendiéndose hacia el violeta á medida que esta aumenta (ley establecida de un modo preciso por Wien).

Lokyer ha puesto en evidencia las rayas que corresponden á temperaturas muy elevadas. Ha hallado que en el arco ó chispa producida por una bobina, ciertas rayas aisladas desaparecen, otras se hacen más intensas y surgen *rayas nuevas*. Si se emplean descargas más fuertes se obtienen *las rayas* que substituirían á las más elevadas temperaturas. Estas son denominadas por él *enhanced lines* y por Kayser rayas reforzadas. Comparando el espectro producido por la descarga de chispas de un metro sobre diversos metales, con el correspondiente á algunas estrellas como α del Cisne (véase clasificación de las estrellas según su composición química y temperatura) él ha encontrado una concordancia admirable.

Lokyer sostiene que los átomos son susceptibles de *formarse* mediante la materia primordial de la nebulosa y de destruirse y que su estabilidad es función de la temperatura. Las estrellas se hallan á diferentes temperaturas; las más incandescentes sólo contienen helio y *protoelementos* y las más frías revelan al espectroscopio hasta la presencia de cuerpos compuestos. La evolución de la materia comprendería dos fases ya supuestas por los antiguos indús; la fase de integración ó condensación durante la cual la *substancia mineral* ó materia-energía pasaría por estados de más en más complejos (de protomateria á materia: formación de los elementos: de protoelementos ó metaelementos de Crookes á elementos) á medida que desciende la temperatura, y la fase de *disociación* ó *desintegración* que da por resultado cuando la temperatura aumenta, el pasaje inverso de los sistemas materiales complejos representados por los elementos del primitivo reino de la substancia universal.

Efectúa para demostrar la disociación de la materia, la siguiente experiencia: quema magnesio (1) en el aire, examina sus efectos y después somete al mismo magnesio á temperatura de más en más creciente (pico de Bunsen, arco eléctrico 3500° y chispas condensadas 6000° según Nordman). En estas condiciones observó que entre las diferentes rayas, unas, las más numerosas, pierden su intensidad á medida que la temperatura se eleva, hasta el punto de volverse casi

(1) El espectro del magnesio presenta un interés especial porque Vogel (1903) lo ha hallado en muchas estrellas y Kayser ha mostrado que él puede servir para determinar la temperatura de estas últimas.

imperceptibles en el espectro obtenido por combustión del metal en la chispa condensada, mientras que otras rayas, en menor número, adquieren intensidad mucho mayor (rayas reforzadas).

Estas experiencias han sido repetidas con otros metales obteniéndose análogo resultado y la interpretación de Lokyer adquiere una probabilidad muy grande. Él supone en este caso, de acuerdo con su teoría que ya expusimos, que cuando se quema al contacto del aire el magnesio sólo se *disocia* en ínfima proporción y es el *producto de esta disociación* el que da las tres rayas apenas perceptibles; después, á medida que la temperatura aumenta, la disociacién crece, las rayas del producto disociado (protometal) toman una intensidad de más en más grande en tanto que las que pertenecen al metal magnesio desaparecen. Los átomos, al parecer de Lokyer, se *destruyen* bajo la influencia de una temperatura intensa y se *reconstruyen* por el enfriamiento de la masa (no se encuentra más que magnesio en los productos enfriados).

Esto sería la reproducción, en pequeña escala, de los fenómenos observados en el laboratorio universal donde existen hogueras como las estrellas á temperaturas inconcebibles (hasta mayores de 40.000°) capaces de provocar con suma facilidad, la disociación de la materia más estable.

Tomando como base las ideas ya expuestas, Lokyer ensaya de interpretar las *transformaciones graduales* de la materia cósmica desde su punto de partida, que él considera en los meteoritos y sostiene la idea de que el origen de las diferencias que presentan los espectros de los astros, se halla en el estado más ó menos avanzado de la evolución de los mismos.

Si las nebulosas ó protoplasmas astrales no dan más líneas que las del hidrógeno, nitrógeno y helio, ello se debe á su baja temperatura y no á una diferencia de composición química con las estrellas. La concentración de las nebulosas desarrolla una temperatura suficiente para llegar á la incandescencia propia de las estrellas amarillas y blancas, dando por resultado la aparición de las líneas características de los *protometales*. En su segunda fase de evolución el enfriamiento provoca la sucesión de los fenómenos en sentido inverso, de tal modo, que dos estrellas de temperatura igual ó cercana pueden corresponder á dos estados de evolución muy distintos (progresivo ó regresivo) según que se hallen en la rama descendente ó ascendente.

Este investigador establece además una comparación de la evolución cósmica con la evolución geológica y divide la primera en etapas

ó épocas (de temperaturas y estados de agregación diferentes) correspondientes á las que se han sucedido en la evolución de nuestro planeta. Si se construye un diagrama desde los 30.000° hasta 0°, el orden de sucesión sería según Lokyer, el siguiente: *períodos cósmicos:* Argoniano, Almitamiano, Aquerniano, Algoniano, Marcabiano, Siriano, Procioniano, Arturiano, Pisciano. Cada uno de estos períodos lleva el nombre de la constelación correspondiente á la estrella tipo que encierra la materia cósmica en un estado determinado de agregación. Este mismo diagrama que se halla inserto en la obra de Lokyer (*L'évolution inorganique,* pág. 273), muestra que la evolución orgánica sólo ocupa un punto sobre la línea que representa la duración y cambios de temperatura necesarios para la evolución inorgánica.

Y con todo esto la *Química estelar* fundada poco tiempo después de la sentencia desconsoladora de Comte contra esta clase de «hipótesis irrealizables» sobre la constitución de la materia cósmica, viene á extender el dominio del grandioso edificio de la doctrina de la evolución hasta hace poco confinado casi exclusivamente al reino orgánico. En efecto, las investigaciones relativas á la espectroscopia astronómica y á los maravillosos fenómenos del radio, permiten agregar un eslabón más á la indefinida cadena de la evolución cósmica y al mismo tiempo que confirma las geniales intuiciones de los antiguos, hacen resaltar en su majestuoso conjunto, la sublime armonía que reina en todos los seres y fenómenos del universo.

Y todos estos resultados conseguidos por métodos que encantan por su sencillez y á la vez permiten al investigador elevarse á las regiones sólo consideradas como del dominio de la fantasía, vienen en buena hora, á reconfortar el espíritu, poniendo en evidencia, que la fuerza pensante no se destruye ni se interrumpe, en su marcha ascendente á través de los siglos.

H. DAMIANOVICH.

LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

EN EL

# III[er] CONGRESO INTERNACIONAL DE CAMINOS

LONDRES, JUNIO DE 1913

*(Conclusión)*

---

*Trabajos preparatorios.* — Creo que la solución del problema de la construcción de caminos y la creación de fondos para ellos, no debe ser presentado á la consideración de la Nación sin que el gobierno haya preparado y estudiado un plan general de construcción de caminos, en el cual se haya determinado con claridad lo que se va á hacer, las redes de caminos que deben construirse, la manera cómo se llevará á cabo la tarea, para que en lo futuro este plan sea siempre tenido en cuenta.

*Necesidad de una ley nacional.* — Este plan debería ser estudiado por el gobierno y presentado al congreso para su aprobación, para que de este modo, habiendo sido fijado por una ley, las administraciones venideras no puedan sufrir en lo que con él se relaciona, la influencia de los cambios de gobierno. Al hacer estos estudios deben de aprovecharse los puentes y demás obras de arte ya existentes, pero no deben de influir para forzar á hacer malos trazados, teniendo en cuenta, como lo he dicho antes, que muchas de las obras de esta categoría que existen en la República, no responden siempre á las exigencias generales de los servicios de comunicación. Al hacer el plan general, se deben proyectar y calcular todas las obras futuras, de manera que puedan ser calculados los gastos de antemano y que el estudio sea así bien completo; deben indicarse ya los sistemas de camino por adoptar según las localidades y las regiones, así como del tráfico más ó menos intenso que las diferentes secciones de la red de caminos soportaren ó fueran capaces de llegar á soportar en el futuro.

Después de obtenida esta ley, la administración general conseguirá que el congreso nacional vote los fondos necesarios, echando mano de alguno de los medios indicados, fondos que servirán más á la República Argentina que los votados con tanta liberalidad para armamentos, y proceder luego á dar principio á las obras, construyendo puentes y obras de arte al mismo tiempo y considerando estos trabajos como necesarios y formando parte de los caminos, para que no suceda como ha acontecido á veces que se construyen caminos sin tener en cuenta las obras de arte que se necesitan y viceversa, tener puentes sin caminos, como he visto casos en la provincia de Buenos Aires, en que los puentes estaban de un lado y los caminos pasaban por otro.

*Fondos para la conservación de los caminos nacionales.* — Para la conservación de estos caminos debería echarse mano del fondo de caminos, evitando en lo posible el cobro de peajes, reformando la ley á este respecto, porque no es justo que porque se tenga esta ley que crea fondos, ellos sean aprovechados solamente en los caminos que concurren á las estaciones de ferrocarril directamente, sin tener en cuenta que todo camino concurre directa ó indirectamente á una estación. No hay que olvidar que la locomoción moderna exige para que sea efectiva buenos caminos generales, capaces, si ello fuera necesario, aun de competir y de permitir la competencia de la locomoción sobre caminos con la circulación ferroviaria. Nuestros legisladores no deben dejar de dar armas desde ya para las luchas comerciales del futuro.

*Manera de proyectar los caminos generales.* — En cuanto á la manera cómo deben de ser proyectados estos caminos generales en toda la República, no hay nada que añadir á los consejos é indicaciones de la ciencia del ingeniero, puesto que abundan en todo el interior de la misma los materiales de construcción que en general se emplean en ellos.

*Manera de resolver el problema de los caminos en la provincia de Buenos Aires.* — Sólo voy á ocuparme de lo que juzgo que debe ser la principal preocupación de los ingenieros encargados de estudiar estos proyectos en la provincia de Buenos Aires, en la cual los caracteres de la constitución geológica de su suelo, hacen que el problema de su construcción sea bien complejo y difícil de resolver, como sucede en toda región en que el suelo presenta una llanura sin fin, con pocas ondulaciones y poco declive general y donde al mismo tiempo los materiales de construcción son escasos y la población es poco densa, lo que hace que la construcción de buenos caminos sea demasiado

onerosa para los contribuyentes. Aquí no debe tratarse de hacer caminos modelos, sino ejecutarlos buenos y lo más económicamente posible, de manera que los habitantes puedan soportar las cargas pecuniarias que su construcción y conservación acarreen, estas últimas sobre todo, porque si para construir una red de caminos se puede echar mano de uno ó más empréstitos, de modo que la carga pecuniaria de su costo sea dividida entre un cierto número de años y hacer así que varias generaciones contribuyan al pago de servicios de que gozarían, como he dicho antes, no puede gravarse de una manera exorbitante el presupuesto para la conservación de los caminos, á cuyos gastos deben contribuir los habitantes con desembolsos inmediatos, porque no debe adoptarse nunca la mala política administrativa de pagar los déficits anuales con empréstitos de cualquier clase que ellos sean, pues todo administrador que tal hace lleva la institución que dirige á la bancarrota. Por lo tanto, los caminos deben corresponder á la riqueza y á la densidad de población del país, para que los contribuyentes puedan pagar su conservación sin ser esquilmados por los impuestos.

*No deben construirse caminos lujosos.* — Por estas razones creo que por el momento no deben construirse caminos de lujo en la provincia de Buenos Aires y que en su mayor parte el trabajo del ingeniero debe reducirse á aprovechar el terreno natural como capa de cubierta del camino y preocuparse solamente de tratar de hacer correr las aguas, impidiendo que se estanquen en él. Este es el gran problema en casi toda la provincia, pues si se descuenta la parte montañosa que forman las sierras del Tandil, Curumalán y de la Ventana y las regiones que las circundan, en las cuales el declive natural del terreno impide en los caminos conservados de la manera más somera la formación de pantanos y permite que los caminos se encuentren en buen estado aún en los meses del invierno, el resto de la provincia tiene que luchar para conservar sus caminos naturales en buen estado con el estancamiento de las aguas y la formación de pantanos en dichos meses.

*Capa de revestimiento en los caminos de la provincia de Buenos Aires.* — La poca intensidad de la circulación en la mayor parte de los caminos, aun en los generales que no están en las salidas de las grandes ciudades de Buenos Aires y La Plata, permíte que se adopte la cubierta natural de tierra negra laborable como capa de cobertura del camino, haciendo inútil toda otra clase de revestimiento, con tal que este revestimiento se conserve fuera del agua y se impida el

estancamiento en él de las aguas con un bombeo suficiente y adecuado, sin ser por eso tal que haga que las ruedas de los vehículos resbalen lateralmente, lo que es sumamente perjudicial á todo revestimiento, y al de tierra natural, como el más débil, en primer lugar. Este método de revestimiento del camino puede ser adoptado con eficacia en toda la provincia, si se exceptúa la parte del sur en la región inundable, en la cual la red de caminos debe de ser estudiada y llevada á cabo con mucha mayor atención y mayores gastos.

*Zonas por cuencas.* — Así, pues, como el principal problema por resolver es el de evitar el estancamiento de las aguas en los caminos, el primer cuidado de los ingenieros que se dediquen á proyectar los caminos generales de esta provincia, será el estudiar las diferentes cuencas que forman el territorio, después de ejecutar una nivelación general, para la cual ya existe la base de las diferentes nivelaciones que se han ejecutado en la provincia, tanto de desagües como para ferrocarriles y después de conocer el nivel general de los caminos proyectados, dividir su construcción, así como su conservación, en zonas que abarquen una ó más cuencas, de manera que una vez construídos los caminos, todos sus perfiles longitudinales concuerden y ejecuten un desagüe general de toda la provincia. Luego el primer objetivo que debe tener una dirección de caminos de la provincia de Buenos Aires, una vez determinadas estas zonas y proyectados los caminos, es el de la construcción de los puentes y alcantarillas, todos con cotas relativas y niveles de desagüe tales que concuerden con los de todo el resto del camino y de todos los caminos en general, para que no suceda como he visto este verano pasado, que se proceda á terraplenar pantanos y caminos, dándoles su correspondiente bombeo, pero cortando el curso de la corriente natural de las aguas, obras que habrán sido sin duda alguna destruídas en las grandes avenidas de las lluvias del invierno, si su nivel no era suficientemente elevado con respecto al nivel general del resto del camino ó bien habrán sido aisladas por la corriente del agua y el pantano, por consiguiente, se habrá vuelto á formar al extremo del terraplén, habiéndose ocasionado gastos inútiles. Sólo con la formación de estas zonas y la división de la inspección en cuencas, se podrá hacer algo útil en la cuestión caminos de la provincia.

*Insuficiencia del impuesto de caminos.* — Naturalmente el público y los contribuyentes á quienes se les ha impuesto una carga pecuniaria para la conservación de las vías de comunicación, desean ver que algo se haga en materia de caminos y lo primero que cada contribuyente

cree tener derecho á exigir de las autoridades, es que por los cuatro centavos que paga al año por hectárea de terreno que posee, se le conserve el camino todo el tiempo en perfecto estado y al mismo tiempo se le formen alcantarillas allí donde las juzga necesarias, porque de tiempo inmemorial existe un pantano. El creer esto es un engaño y á hacer desaparecer este error deben de concurrir los periódicos y las personas ilustradas, creando una propaganda para hacer ver que no se pueden ni aun conservar convenientemente los caminos que corresponden á quinientas mil hectáreas, con poco más ó menos tres millones de pesos moneda nacional que es el producto del impuesto de caminos. Hay que considerar que en estos caminos todo está por hacerse y en que faltan la mayor parte de las obras de arte. Con la división en zonas y el desagüe como yo lo indico, muchas de las alcantarillas que hoy están en servicio serán inútiles y tendrán que ejecutarse otras en los parajes en que después de una nivelación general, se juzguen adecuadas.

*Plan de los trabajos.* — En todo lo dicho resulta, pues, que lo primero que deben hacer las administraciones que en lo futuro se ocupen de los caminos de la provincia, es proyectar un plan general de caminos generales, cosa que ha sido hecha ya, pero sin tener en cuenta la idea de la división de zonas de desagües según las cuencas, como yo lo preconizo y después de hecho ésto, entrar á la ejecución de las obras de arte, puentes, alcantarillas, cunetas, etc., etc., que estos desagües exigen. Entonces los caminos permitirán un tráfico de todo el año, sin mayor gasto de cubierta, con tal, sin embargo, de que estas obras de arte sean conservadas en perfecto estado, teniendo que crearse un cuerpo de camineros, que hoy día no existe, para cuyos gastos solamente, juzgo que serían por el momento suficientes los fondos del impuesto de camino, tal como rige hoy día, que habría que emplear más directamente en la conservación de las obras de arte existentes.

*Caminos junto á las ciudades. Empleo del ladrillo.* — En cuanto á la formación de los nuevos caminos en las adyacencias de las grandes ciudades, allí donde la capa natural de tierra negra, no es una cubierta suficientemente buena á causa de la intensidad del tráfico, yo creo que un simple macádam bien conservado, con recubrimientos cada cuatro años, es la única solución, pudiendo hacerse el ensayo del ladrillo informe, para que sea menos costoso en aquellos lugares en que el costo del pedrisco hiciera que el revestimiento de piedra fuera demasiado oneroso, como se ha hecho en algunas localidades de Rusia.

*Empleo del alquitrán, el bitumen y el asfalto.* — Empleando el macádam se podría formar para el futuro una especie de buena fundación para poder ser empleada como tal para los caminos, con recebo de substancias en que figuran el alquitrán, el bitumen ó los asfaltos, como se ha ejecutado con tanto éxito en Inglaterra; pero para llegar á ello hay que buscar la mezcla de estas substancias que corresponda bien á nuestro clima, pues esta clase de caminos no puede emplearse con el mismo éxito en el norte de la provincia de Buenos Aires, como lo serían en localidades del Tandil para el sur. No se puede pensar por el momento en hacer en nuestra patria los caminos costosos con revestimiento de adoquines de una manera general como lo que se ha hecho para el camino de los Olivos, pues el empedrado no se adapta á la nueva manera de locomoción, si es admirable para caminos de un tráfico sumamente pesado.

*El macádam como fundación futura.* — Adoptando, como digo, el macádam, se va formando una base para el futuro, la cual servirá para la instalación de un afirmado mucho más lujoso y perfecto, sin que por eso resulte excesivamente caro, cuando la intensidad del tráfico lo pida y la densidad de población permita estas instalaciones, como se está haciendo ahora en los países más adelantados de Europa y América.

*Peligro de los caminos de lujo.* — No se debe nunca, por el prurito de poseer caminos de primer orden, llevar á las comunas á una bancarrota, como según lo que expresó el ingeniero Corthel en el congreso de Londres, sucede á muchas pequeñas ciudades de los Estados Unidos, las cuales se hallan en esa situación por haber querido sus administradores tener caminos de lujo, tanto ó más que los grandes centros de población, allí donde su densidad hace posible esa categoría de gastos. ¿ Qué diría el mundo de un particular que, teniendo necesidad de hacer un viaje anual á la ciudad vecina, comprase para ese uso un automóvil, empleando para ello sumas de dinero que le fueran necesarias para vivir ? No de otra manera obran las corporaciones que se pagan el lujo que sólo las grandes ciudades tienen derecho á gozar. Lo mismo sería si la República Argentina quisiera en la época presente pagarse el lujo de construir caminos generales como los tienen Francia, Inglaterra ó Alemania, para que algunas docenas de personas pudieran recorrerlos en automóvil.

*Prever el futuro.* — Sin embargo, hay que tener en cuenta que nuestros jóvenes países aumentan de población y progresan de una manera que no se puede comparar con las naciones del viejo conti-

nente y lo que hoy es un lujo y está fuera de lugar, en una época no muy lejana será quizá ya una necesidad absoluta, por eso si no deben desde ya ejecutarse caminos de gran lujo, fuera de los alrededores de Buenos Aires, no debe de perderse de vista que en un porvenir próximo éstos serán tal vez requeridos por los progresos del país y deben las autoridades entonces desde ya preparar los elementos para las generaciones venideras, de modo que tengan el camino abierto y expedito para lanzarse en las huellas de las naciones más civilizadas. Luego, pues, debe la República Argentina, y la provincia de Buenos Aires en particular, preparar estas huellas, estudiando un proyecto de caminos generales y llevándolo á cabo bajo las bases que acabo de indicar.

Dando por terminada la expresión de mis opiniones sobre la manera de resolver el problema de nuestros caminos nacionales y de la provincia de Buenos Aires, paso en seguida á ocuparme del resultado de la discusiones del Tercer congreso del camino y de las resoluciones que en él se han adoptado.

## TERCER CONGRESO DEL CAMINO

El Tercer congreso del camino se reunió en Londres el 23 de junio próximo pasado, bajo el alto patrocinio del rey Jorge V, celebrando sus sesiones y visitas hasta el 30 del mismo mes. Las sesiones fueron abiertas por Mr. Lloyd Georges, Chancellor of the Exchequer de la Gran Bretaña, ante la presencia del lord mayor de Londres y del mayor de Westminster. Fué presidido por el presidente del Road board ó dirección general de caminos de la nación británica, sir George Gibb y 49 naciones y estados se hicieron representar oficialmente, alcanzando el número de miembros de todas categorías á más de 3000. Ha sido una gran manifestación del espíritu de estudio y de cooperación mundial.

*Programa.* — El programa del congreso, como no lo ignora la Sociedad Científica, constaba de nueve cuestiones y diez comunicaciones, cuyos trabajos habían sido divididos en dos grandes secciones, la sección I, para estudiar la *construcción y conservación* de los caminos, que estaba subdividida en dos subsecciones A y B, las cuales debían de tener sus sesiones conjuntamente para tratar las cuestiones comunes á ambas, y tratar separadamente, la subsección A la construcción y conservación de los caminos *fuera de las ciudades,* y

la subsección B la construcción y conservación de los caminos *en el interior de las ciudades;* y la sección II, que se ocuparía de las cuestiones que se relacionan con la *circulación y la explotación* de los caminos, la cual estaba dividida también en dos subsecciones C y D, que estudiarían conjuntamente aquellas cuestiones comunes á ambas y separadamente, la subsección C las que se ocuparán de la *circulación de vehículos,* y la subsección D las cuestiones relativas á la *administración, presupuesto y estadística* de los caminos.

*Informes y su manera de estudiarlos.* — Fueron presentados al estudio del congreso 123 informes y comunicaciones, sin contar muchos que fueron presentados durante el período de las sesiones y que no figuran en este cómputo. Entre los informes presentados figuran dos de la República Argentina debidos al ingeniero doctor Claro C. Dassen. Todos estos trabajos fueron estudiados por diferentes miembros informantes, cuestión por cuestión, cuyos nombres mencionaré á medida que vaya presentando la cuestión correspondiente, los cuales después de un detenido estudio sobre las opiniones vertidas en los diversos informes, ofrecieron á la discusión un proyecto de las resoluciones á que habían llegado, cuyos proyectos fueron al fin el verdadero objeto de los trabajos del congreso, siendo discutidos en las sesiones de las diferentes divisiones y aprobados al fin con las modificaciones que la discusión llevó á ellos. Las resoluciones aprobadas y los votos expresados por el congreso, fueron los siguientes:

### *Primera cuestión : proyecto de calles y caminos nuevos*

Miembro informante : S. D. Adshead, profesor de la Universidad de Liverpool

1. En principio, es preferible para la construcción de grandes caminos nuevos, el evitar las ciudades y el adoptar un trazado situado completamente fuera de ellas. Cuando una gran vía existente, pasa á través de una ciudad, por una calle de un ancho que no es suficiente para satisfacer á las necesidades de orden general de la circulación general, vale más, á menudo, construir un nuevo camino de circunvalación, que el proceder á ensanchar la calle demasiado estrecha, situada en el centro de la ciudad.

Las calles nuevas deben de ser concebidas y construídas según las reglas del arte, especiales á las construcciones urbanas.

2. El declive para los nuevos caminos, debe de ser tan pequeño como lo permita el carácter del país que atraviesan, debe de ser especialmente reducido para las vías curvas que contienen líneas de tranvías ó por donde pase un tráfico más bien pesado.

3. Siempre que sea posible, los radios de las curvas de los caminos que soportan una circulación rápida deberían de ser calculados para obtener una visibilidad bien despejada delante de sí. En caso de imposibilidad material deberían de tomarse medidas, para indicar á tiempo y de una manera clara la presencia de curvas de pequeño radio.

4. En los caminos cuyo ancho no permita colocar las vías de tranvías en una pista especial, la parte central es la que mejor conviene para su establecimiento. En este caso, es de desear además, que se reserven de cada lado de las vías del tranvía, un espacio suficiente para la circulación de dos filas de carruajes.

5. El ancho de la plataforma de las principales arterias de comunicación debería de ser suficientemente vasto para la colocación de pistas especiales para los tranvías, la circulación lenta, la circulación rápida y en fin el establecimiento de los carruajes, estando cada una de estas pistas establecidas de manera que se evite la mezcla de los vehículos de cada categoría. Cuando se establezcan los planos de alineación de caminos susceptibles de llegar á ser vías importantes, sería bueno el tener en cuenta las necesidades futuras del tráfico. Á este efecto debería ser reservado un ancho conveniente entre las líneas de construcción y deberían de otorgársele todos los poderes útiles á este respecto á las autoridades encargadas de fijar el ancho de las vías de comunicación.

6. El estudio del trazado de las grandes arterias de comunicación fuera de las ciudades debe de ser emprendido sin retardo. Estas arterias presentan un interés general y aun nacional, sería de desear que una autoridad central del estado pudiese tomar cierta iniciativa á este respecto y que la acción de las autoridades locales sea hasta cierto punto, regida y controlada por las autoridades centrales del estado.

### *Segunda cuestión : tipos de revestimiento que debe adoptarse sobre los puentes y obras de arte*

Miembro informante : el señor P. C. Cowan, presidente de la Institución de ingenieros civiles de Irlanda

1. La elección del revestimiento que hay que adoptar sobre los puentes depende del tipo de las obras, de la naturaleza y de la intensidad del tráfico, así como de ciertos factores particulares ó condiciones locales, tales como los créditos que se han dedicado á la construcción, la naturaleza de los materiales que se pueden procurar con facilidad y el clima. Para los puentes livianos, el peso del revestimiento tiene una grande influencia sobre la solución del problema. Las cuestiones de seguridad y de comodidad deben prevalecer sobre la cuestión de gastos.

2. Sobre los puentes de pequeña luz, sea que estén situados en el interior de las ciudades ó en plena campaña, es de desear que se recurra á los revestimientos que forman la continuación de los que existen en las calzadas de las calles vecinas.

3. Al ejecutarse el revestimiento de los puentes, es indispensable proveer á la evacuación conveniente de las aguas y que se impidan las infiltraciones que tan perjudiciales son. Cuando la calzada tiene una pendiente longitudinal igual por lo menos á dos centímetros por metro, el bombeo transversal debe ser muy reducido, lo que permitirá reducir el peso muerto.

4. De una manera general, el revestimiento de un puente debe ser impermeable, duradero, resistente, de un peso apropiado á la infrastructura y tan liso como sea posible, sin ser resbaladizo.

5. Los pisos de madera son livianos y su precio de colocación poco elevado; pero, salvo el caso de un tráfico muy reducido, el precio á que resulta su conservación es excesivo. Bajo el punto de vista de los peligros de incendio, presentan serios inconvenientes. No se les puede recomendar más que para las comarcas lejanas en las cuales la madera se encuentra en abundancia y barata y donde sería difícil establecer otro género de revestimiento más conveniente. Los pisos de una sola fila de tablones no conviene sino para un tráfico muy liviano. Para una circulación mediana y para un tráfico pesado hay que emplear doble fila, siendo la fila de abajo protegida por medio de

un creosotaje ó de otra manera cualquiera contra la putrefacción.

6. El macádam ó empedrado ordinario, colocado sobre un entablonado de maderos, no siempre da buenos resultados; es en efecto, demasiado pesado y demasiado permeable. Para los puentes macizos situados en los distritos rurales, conviene sin embargo el macádam con una fundación provista de una capa aisladora é impermeable.

7. El macádam recebado con un producto de alquitrán, de bitumen ó asfáltico, ó de toda otra composición impermeable y elástica, es económico y puede prestar servicios para el establecimiento de revestimientos de puentes de pequeña luz, de estructura maciza y que soporten un tráfico moderado.

8. En la mayor parte de los casos el entarugado con tarugos de 7 á $12^{cm}5$ de espesor, es el revestimiento ideal para los puentes. Es liviano y duradero. Puede ser colocado sobre hormigón, ó cuando se desea disminuir el peso muerto, sobre un entablonado de maderos creosotados. La elección de los tarugos, su impregnación y su colocación deben de ser objeto de atentos cuidados á fin de evitar los inconvenientes que resultan de la dilatación y de la contracción de los tarugos ó de las piezas metálicas de la estructura.

9. El asfalto bajo las diferentes formas, constituye un excelente revestimiento para los puentes de pequeña pendiente y sobre los cuales la circulación no es demasiado pesada y que no se efectúa siguiendo pistas de acarreo demasiado exclusivas.

10. Los pavimentos de piedra establecidos, sea con adoquines tallados á mano, sea con adoquines pequeños (granitullo) (Durax, *kleinpflaster)*, colocados sobre hormigón y llenadas las juntas con cemento ó brea, forman revestimientos excelentes al mismo tiempo que económicos, para los puentes de tráfico pesado. No convienen, sin embargo, sino en los casos en que las cuestiones de peso ó de sonoridad no tengan ninguna importancia. El espesor del colchón de arena interpuesto entre el pavimento y la fundación será regulado como si se tratara de una calzada ordinaria en las calles de una ciudad, ó en plena campaña, según el caso.

11. Para los puentes movibles ó para los puentes suspendidos no rígidos, los revestimientos deben de ser livianos y fáciles de fijar al tablero de la obra.

Los ensayos emprendidos en Francia y en Bélgica con viejos cables de mina ú otros productos fibrosos, menos costosos aun, embebidos ó no en materias con alquitrán, bituminosas ó asfálticas, son recomendables.

## *Tercera cuestión : construcción de caminos empedrados con recebos de materias que contengan alquitrán, bituminosas ó asfálticas*

Miembro informante : el señor J. Walker Smith, ingeniero jefe del gobierno local de Escocia é ingeniero consultor de la Dirección de caminos de Escocia

El empleo de recebos de alquitran, bituminosos ó asfálticos, permite obtener toda una serie de revestimientos que pueden ser aplicados con éxito según las diversas condiciones de la circulación, de la situación y del clima.

Queda por determinar el valor exacto y lo que duran estos diversos revestimientos teniendo en cuenta las condiciones de la circulación y del clima y los métodos de construcción adoptados.

Á este efecto conviene designar un método uniforme para obtener y relatar los datos que conciernen á los puntos siguientes :

1° Condiciones físicas y condiciones locales (planos, perfiles, declives, bombeo, fundaciones, subsuelo);

2° Materiales empleados. Análisis petrográficos. Dimensiones. Composición del recebo;

2° *bis*. Métodos de construcción. Fecha de ejecución;

3° Censo del tráfico sobre la sección tratada;

4° Condiciones climatológicas. Influencia sobre el camino;

5° Medidas periódicas del desgaste;

6° Observaciones periódicas del estado de revestimiento;

7° Precio del revestimiento, de su costo real :

*a)* Para su construcción;

*b)* Para su conservación.

El cuadro uniforme de los datos que hay que suministrar será establecido por la Comisión internacional permanente.

### *Condiciones particulares*

I. Fundación y drenaje.

Confirmando las conclusiones adoptadas en 1910 por el segundo Congreso (Bruselas, 2ª cuestion), que ponen á luz las ventajas de las fundaciones bien secas y de un subsuelo bien drenado, el congreso insiste especialmente sobre la considerable importancia de una buena

fundación en el caso de calzadas con revestimientos con alquitrán, bituminosos ó asfálticos y ésto por las siguientes razones :

1ª Siendo el revestimiento costoso, importa darle una base que le asegure una larga duración;

2ª El peso y la intensidad de la circulación tienden á aumentar en los caminos juzgados dignos de recibir tales revestimientos, lo mejor es darles una fundación que los ponga en las mejores condiciones de resistencia al desgaste.

II. Dimensiones y forma de la piedra quebrada que debe de emplearse en el revestimiento con recebo especial.

1. Cuando un macádam ordinario está destinado á recibir un alquitranaje especial superficial, se recomienda que se le constituya de pedrisco duro, anguloso, quebrado en pedazos que se aproximen lo más que sea posible al cubo, con dimensiones comprendidas entre 4 y 6 centímetros.

2. Para los revestimientos con alquitrán, bituminosos ó asfálticos, es de desear que las dimensiones del pedrisco sean elegidas y graduadas de manera que den un revestimiento compacto, dejando lo menos vácíos posible. Las dimensiones de los elementos mayores variarán según la naturaleza de la piedra y de la circulación. Cuando el sistema de ejecución adoptado comporte más de una capa, la capa superior ó capa de desgaste será de preferencia constituída por los elementos más pequeños.

3. Para los revestimientos con alquitrán, bituminosos ó asfálticos ejecutados por el método de penetración, conviene proseguir los ensayos y estudios en curso en los diferentes países, dedicándose á no utilizar más que el pedregullo cúbico tanto como sea posible y de ángulos vivos, por lo menos para la parte más vecina á la superficie.

4. Se entiende, además, que los estudios deben continuarse igualmente para los otros métodos y en particular para los que visan los párrafos 1 y 2.

III. Empleo de materiales en parte usados en la formación del revestimiento.

Eliminando cuidadosamente todo el barro y todos los residuos orgánicos, se pueden emplear de nuevo con éxito, los materiales parcialmente usados, á condición de no utilizarlos en la capa superior del revestimiento.

IV. Importancia relativa de las reparaciones parciales y de las renovaciones periódicas del revestimiento.

Está reconocido como absolutamente necesario el efectuar las re-

paraciones sobre los revestimientos con alquitrán, bituminosos ó asfálticos tan pronto como la necesidad se manifieste en ellos.

V. Desgaste admisible antes de proceder á la renovación del revestimiento.

La refacción de conjunto que se ha hecho necesaria á causa del desgaste, deberá ser efectuada cuando el espesor del revestimiento haya descendido debajo de un cierto límite de seguridad ó cuando su impermeabilidad se haya debilitado hasta el punto de que el camino sufra notablemente á causa de la intemperie.

VI. Diferentes métodos de empleo de las substancias con alquitrán, bituminosas ó asfálticas.

En el empleo de estas substancias, ya sea por el método de penetración como por el método de mezcla:

*a)* Es preferible hacer uso de piedras secas, á fin de asegurar su adherencia al recebo. En el caso del método de mezcla, la piedra debe siempre estar seca, y si es necesario, deberá ser caldeada;

*b)* No se extenderá nunca un revestimiento sobre una fundación reblandecida y húmeda;

*c)* No se empleará nunca el recebo con exceso, sino justamente la cantidad suficiente para amalgamar el pedregullo cilindrado;

*d)* No se emplearán rodillos compresores demasiado pesados.

VII. Ensayos y análisis químicos de los compuestos con alquitrán, bituminosos o asfálticos.

Las ventajas de los análisis y ensayos metódicos de laboratorio para los recebos hidrocarburados — y su necesidad — son unánimemente reconocidos.

Habría ventaja en uniformar:

1° Las especificaciones de las características principales de estos recebos;

2° Los métodos de ensayo para la determinación de estas especificaciones.

La Comisión internacional permanente estará encargada de estudiar esta uniformación.

VIII. Circustancias climatéricas que ponen resbaladiza la superficie de las calzadas. Remedios.

Parece que está reconocido que ciertos revestimientos con alquitrán, bituminosos y asfálticos, como generalmente todos los revestimientos lisos é impermeables, pueden ponerse resbaladizos bajo ciertas condiciones climatológicas.

Se puede obviar á este inconveniente desparramando casquijo an-

guloso; en la mayor parte de los casos, una buena limpieza de la superficie impedirá, además, que la calzada se ponga resbaladiza.

IX. Efectos sobre la salud pública, la vida de los peces ó la vegetación.

Se poseen actualmente datos suficientes para escoger y exigir recebos bituminosos que no tengan ninguna influencia nociva sobre la salud pública, la vida de los peces, ni sobre los vegetales y que, al contrario, contribuirán á mejorar sensiblemente el estado sanitario.

X. Limpieza y riego.

Está establecido que las calzadas convenientemente tratadas con substancias con alquitrán, bituminosas ó asfálticas necesitan menos barrido y riego que los caminos de macádam ordinario, con recebo de barro, y que permiten realizar economías considerables á este respecto.

La asamblea emite además el voto siguiente :

« Se ruega á la « Comisión internacional permanente de los congresos del camino » que forme una comisión internacional de técnicos, para estudiar un método uniforme para tomar y relatar los datos sobre las condiciones físicas, condiciones locales, materiales, construcción, terminología y otros puntos que conciernen á los caminos con recebo, con alquitrán, bituminosos ó asfálticos.

« El informe de esta comisión especial técnica sería presentado, después de examinada por la comisión internacional permanente, á un próximo congreso. »

## *Cuarta cuestión : entarugados*

Miembro informante : el señor Percy Boulnois

I. Donde el declive lo permite, el entarugado es muy apropiado para las calles en que la circulación es intensa, sin ser, sin embargo, ni de la densidad, ni del carácter, que se constata ordinariamente en las calles vecinas de los diques ó de otros centros semejantes del tráfico industrial.

Se le debiera emplear donde se deseara tener un pavimento insonoro.

Es muy importante hacerle descansar sobre una fundación de hormigón suficientemente fuerte para que soporte la circulación.

II. La elección de las clases de madera por emplear tiene la ma-

yor importancia y debe prestársele el mayor cuidado. Antes de ser utilizados los tarugos de madera blanda deben ser completamente impregnados de un preservativo eficaz.

III. Habiendo dado los entarugados lugar á resultados diversos, según las circunstancias locales, es de desear, que sean proseguidas más amplias investigaciones y experiencias de laboratorio, en vista de estudiar las diferentes clases de madera y los diversos preservativos que hay que inyectar.

IV. En el momento de la colocación de los tarugos, se deben tomar disposiciones útiles para evitar — en la medida de lo posible — la infiltración de las aguas á través de las juntas.

IV *a*. Las maderas duras dan resultados variables según las circunstancias locales, *y no parece que su empleo sea de recomendar para las vías de circulación muy intensa de las grandes capitales,* á menos que no se haya encontrado un procedimiento susceptible de oponerse eficazmente á la dislocación rápida de las juntas y á los deterioros del hormigón subyacente. Cuando se las utiliza, es de recomendar, no solamente el impedir que el agua penetre hasta la fundación, sino, si es posible, solidarizar los tarugos para evitar que se redondeen en las aristas.

Las maderas blandas que dan las clases de maderas apropiadas y notablemente las resinosas convienen de la misma manera á las vías de circulación relativamente pesada é intensa y á las vías de circulación liviana ó restringida. Sin embargo, en estas últimas vías, los tarugos están expuestos á deteriorarse por la putrefacción si no están sometidos á un tratamiento antiséptico. Por otra parte, es de recomendar el hacer las uniones tan estrechas y tan impermeables como sea posible. Por otro lado, su desgaste relativamente rápido en las vías de gran circulación, debe de incitar á proseguir activamente los estudios y las investigaciones concernientes á los procedimientos de tratamiento capaces de aumentar su resistencia mecánica sin alterar su elasticidad.

V. Por medio de ciertas precauciones, tales como la impregnación de la madera, la impermeabilización de las uniones y de la superficie, el lavado frecuente de la calzada, etc., se pueden obtener entarugados que dan toda satisfacción á los higienistas.

VI. El desparramar casquijo es necesario en ciertas condiciones y con ciertos tiempos (sobre todo en las calzadas de madera dura) para impedir que la superficie del pavimento se ponga resbaladiza. No debe de emplearse, además, para esta operación, sino un casquijo

muy pequeño ó quebraduras finas de piedra, á fin de evitar tanto como sea posible, todo deterioro de las llantas de caucho.

### *Quinta cuestión : maneras de iluminar las vías públicas y los vehículos*

Miembro informante : el coronel H. C. L. Holden, del Club real de automóvil de Londres

I. Para la determinación general de los modos de iluminación de los caminos, conviene distinguir éstos en tres categorías, á saber:

1ª Las arterias importantes de las grandes ciudades, de las ciudades y aglomeraciones urbanas en que la circulación es intensa aún después de entrada la noche;

2ª Las vías importantes de los suburbios de las grandes ciudades;

3ª Las vías en campaña rasa.

Dadas las condiciones modernas de la circulación es esencial el dotar los caminos de la primera y segunda categoría de un alumbrado apropiado por medio de luces fijas.

II. En principio, para todos los caminos que tienen necesidad de ser iluminados con lámparas fijas, el modo de iluminación que hay que adoptar es el que dé el alumbrado más uniforme y menos encegueedor. La intensidad del alumbrado y la posición de los faroles deben de ser determinados teniendo en cuenta las circunstancias locales.

III. No sería posible iluminar las vías en plena campaña por medios análogos á los que se emplean para las vías urbanas y suburbanas; por eso es de la mayor importancia el que los vehículos que circulen ó estacionen durante la noche en las vías de esta especie, estén ellos mismos iluminados.

IV. 1° Todo vehículo, sea estacionado ó que se mueva, debe tener una señal durante la noche, formada por un farol alumbrado de una potencia de iluminación suficiente y cuya luz será, salvo excepciones autorizadas, visible lo mismo de atrás que de adelante;

2° Todo automóvil debe de llevar después de entrada la noche, dos faroles alumbrados adelante y un farol atrás; si es susceptible de marchar rápidamente debe de llevar adelante encabezando la marcha un faro de una intensidad luminosa suficiente para iluminar el camino 50 yardas delante de él (45 metros). En las aglomeraciones en que el alumbrado ordinario es suficiente para permitir á los automovilistas ver su camino y ser vistos fácilmente, la potencia del faro de adelante debe de ser reducida á la de un farol ordinario.

V. 1° Es de desear que todos los obstáculos que cierran el camino, tales como las barreras y especialmente las de los pasos á nivel, estén pintados de blanco y de otro color por partes alternadas y que estén netamente indicados por medio de lámparas fijas que estén encendidas desde que se pone el sol;

2° Sería bueno el pintar de blanco ó señalar por algún otro medio todos los postes que soportan señales de peligro, de dirección ú otras, las piedras miliarias, los guardarruedas, los parapetos de los puentes, etc., ú otras obras, cuya indicación es útil para los que usan el camino ó importante para la seguridad de la circulación.

VI. Un solo y mismo color debería ser adoptado universalmente para las señales de peligro.

Además, á proposición de Mr. Chaix, la sección ha votado por unanimidad el voto siguiente:

« Es de desear que cada gobierno realice, si hay lugar, y lo más pronto posible, la supresión de las luces de color para los automóviles. »

En fin, á proposición de Mr. Hansez, ha votado por unanimidad menos dos votos, el deseo siguiente:

« El congreso emite el voto de que los reglamentos fuerzen á los conductores de tropas de animales á que señalen su presencia de noche. »

### *Sexta cuestión: observaciones hechas desde 1908 sobre las diferentes causas de desgaste y de deterioro de las calzadas*

Miembro informante: el señor Gibson Thompson, editor del *Surveyore* de Londres

I. Los agentes ó condiciones atmosféricas figuran entre los factores de deterioro de las calzadas como los más importantes. Se pueden reducir sus efectos destructivos al mínimum haciendo prácticamente impermeable el revestimiento y asegurando el desagüe de la fundación.

II. Todo tráfico intenso compuesto, ya sea de vehículos pesados á tracción mecánica, sea de carruajes automóviles livianos y rápidos, produce serios deterioros en las calzadas de macádam de recebo al agua. La importancia de estos daños está en función del equilibrio de los motores, de la relación de la fuerza propulsiva y el peso adherente, del peso de los órganos que no tienen elásticos *(pas suspendus)*, de la

progresibilidad de la acción de los órganos de frenaje, de los elásticos, de la naturaleza de las bandas, del diámetro de las ruedas, del ancho de las llantas, de las variaciones de aceleración y de adherencia y de otros factores más.

III. Los daños ocasionados por la circulación de los vehículos automóviles pesados pueden ser reducidos á un mínimum con el empleo de ruedas de un gran diámetro, llantas que tengan un ancho proporcionado á la carga de los ejes, bandas de caucho ó elásticas y en fin, elásticos convenientes.

IV. La circulación de automóviles livianos no es una causa de deterioro ó desgaste serios ó anormales para los caminos de macádam, bien establecidos, convenientemente recebados, ó tratados con el alquitrán, el bitumen ó materias asfálticas, excepto en las curvas de pequeño radio. En cuanto á lo que concierne á la circulación de los vehículos á tracción animal, conviene estudiar la proporción que hay que establecer entre las cargas, el ancho de las llantas y el diámetro de las ruedas, así como los perfeccionamientos que podrían hacerse á las herraduras de los caballos. Conviene también que se den poderes á las autoridades locales para que impidan que las ruedas de los vehículos agrícolas lleven sobre el camino la tierra y las basuras que provienen de los campos.

V. Los datos suministrados respecto á las diversas causas de desgaste y de deterioro de las calzadas siendo aun insuficientes y poco precisos, sería de desear que fuesen completados por otras observaciones basadas en métodos científicos cuidadosamente determinados — y en lo que sea posible uniformes para facilitar la comparación — y también que se prosiga el estudio sistemático de estas causas.

Se da mandato á la Comisión internacional permanente para establecer un programa de observaciones, estudios y ensayos.

### *Séptima cuestión : reglamentación de la circulación rápida ó lenta sobre los caminos*

Miembro informante : lord Montagu of Beaulieu

I. Toda la reglamentación de la circulación por los caminos debe tener por objetivo permitir á las diferentes clases de vehículos, marchar á la velocidad compatible con la seguridad pública y el desgaste normal del camino.

II. Las reglas de la circulación rápida y lenta deben ser tan poco numerosas y simples como sea posible y tales que puedan y deban ser universalmente seguidas y aplicadas.

III. En todas las grandes ciudades debe haber una autoridad encargada de estudiar y de resolver todas las cuestiones relativas á la circulación en las calles; las atribuciones de esta autoridad y su coordinación con las de las otras autoridades son detalles dejados á la apreciación del gobierno quien tendrá en cuenta las circunstancias y la situación particular de cada gran ciudad.

IV. Debe haber un personal numeroso de inspectores de la circulación (como los polizontes de Londres) investidos de poderes convenientes para regular la circulación no sólo en los lugares de obstrucciones del tráfico, sino en el recorrido de las calles más frecuentadas.

V. Siendo dado el acrecentamiento de peligro inherente á la circulación moderna, es de importancia que los conductores estén sometidos á un aprendizaje metódico y minucioso y que se dé á los niños una enseñanza especial sobre las maneras de preservarse de los peligros de los caminos.

VI. Salvo cuando las circunstancias locales hacen que sean necesarias tales disposiciones, es menester, eliminar del medio de los caminos todos los obstáculos, tales como los candelabros y los postes de los tranvías, con excepción de los refugios necesarios para los peatones que atraviesan la calzada.

7. No debe tolerarse sobre la vía pública ningún obstáculo, sea que resulte de una marcha demasiado lenta, sea de un estacionamiento demasiado prolongado de los vehículos ó del depósito de objetos colocados sobre la calzada. Hay, sin embargo, que hacer una excepción en favor de los depósitos que necesiten, ya sean los trabajos de reparación ó de conservación de los caminos, ya sean las obras ejecutadas por las autoridades competentes bien y debidamente autorizadas; pero, en todos los casos deben de ser tomadas las medidas necesarias para asegurar la seguridad de la circulación.

La sección acepta el siguiente voto del señor Chaix.

« Toda la reglamentación de la circulación sobre los caminos debe tener por objetivo establecer los derechos y fijar los deberes y responsabilidades para cada uno de los métodos de transporte, á fin de suprimir las causas de accidentes, de incomodidades y de daños, obteniendo al mismo tiempo el máximum de orden y de libertad.

### *Octava cuestión : autoridades encargadas de la construcción y de la conservación de los caminos. Funciones que corresponden al poder central y á las autoridades locales.*

Miembro informante : el señor W. Rees Jeffreys, secretario de la Dirección de caminos (Road Board)

1. El sistema de administracion de las vías en cada país, debe estar en armonía con el sistema de gobierno de este país y con el espíritu político de su pueblo. No es, por lo tanto, posible establecer una regla general, aplicable universalmente, para determinar el grado de centralización ó de descentralización que conviene para los servicios de la inspección de vías de cada país.

2. Se puede sentar como principio universalmente aplicable, que cada servicio autónomo de inspección de vías de comunicación, debe ejercer su autoridad sobre una extensión bastante vasta y disponer de recursos bastante importantes para poder emplear y remunerar convenientemente un personal competente.

### *Novena cuestión : presupuesto de la construcción y de la conservación de los caminos. Creación de recursos*

Miembro informante : el señor Montagu Harris, M. A. abogado de la Sociedad de los Consejos de comité de Inglaterra y del País de Gales

1. En cuanto á lo que concierne á los gastos de conservación y de mejoramiento :

*a)* De los caminos que, en todos los países, sirven de arterias principales de comunicación entre las ciudades importantes;

*b)* De los caminos que sirven sobre todo á la circulación á larga distancia.

En el caso en que estos gastos no sean enteramente soportados por el tesoro público, en virtud de las instituciones administrativas nacionales (sistema práctico y conveniente á ciertos caminos en ciertos países), es de desear que sean en su mayor parte imputados á los fondos de este tesoro, sean ó no estos caminos administrados y conservados bajo la vigilancia de las autoridades locales; en el caso que estos caminos estuvieran bajo la dependencia de las autoridades locales, convendrá que el gobierno central ejerza su control sobre los gastos y también sobre su utilización.

2. Es de desear que los peajes sean abolidos en lo que fuera posible en todas las vías públicas, pero es equitativo que los vehículos cuyo peso y á veces también la velocidad ú otras particularidades excepcionales, ocasionan á las calzadas daños especiales superiores á los causados por la circulación ordinaria, sean sometidos á un impuesto especial cuyo producto sería afectado á los gastos de conservación de los caminos.

3. Los empréstitos contraídos, sea para la construcción de nuevos caminos, sea para la renovación periódica del revestimiento de las calzadas, son compatibles con los principios de una buena administración financiera con tal que el período de amortización no exceda á la duración del revestimiento cuando se trata de un empréstito destinados á las renovaciones.

*Modificaciones.* — Las modificaciones siguientes propuestas por el señor Tanenbaum (Rusia) para la cuestión número 2, han sido leídas pero no han sido objeto de un voto del congreso.

4. En los puentes importantes, es necesario prever dispositivos fijos ó móviles, que permitan visitar minuciosamente las partes más esenciales de las obras.

5. Es de desear que se ponga en la orden del día de un próximo congreso, la cuestión de protección de las partes de madera de los puentes contra los peligros de incendio.

6. Es de desear que se establezcan bases sistemáticas y uniformes para las estadísticas que conciernen á los gastos de conservación y á la duración de los diversos tipos de puentes.

## EXPOSICIÓN

Habíase instalado conjuntamente con el congreso una exposición internacional de productos, procedimientos, materiales y máquinas que se relacionan con la construcción, explotación y conservación de caminos de toda especie, exposición que fué sumamente concurrida y visitada como uno de los acontecimientos más importantes de este congreso. No fué de las menos interesantes la exposición que en ella hizo la municipalidad de Buenos Aires, la cual además de presentar los materiales de sus afirmados, como ser cordones y adoquines diversos de granito del Tandil, junto con tarugos de madera de algarrobo, mostraba el procedimiento adoptado por nuestra municipalidad para la defensa del asfalto junto á las vías de tran-

vía, lo cual llamó mucho la atención, habiendo sido requerido el modelo para formar parte del museo del *Road Board* ó Dirección general de caminos de la Gran Bretaña. Prueba lo mucho que esta exposición se hizo notar, el hecho de que esta cuestión va á ser tomada en consideración y presentada en el programa del próximo congreso de Munich en 1916, según el que está en vías de elaborarse.

## ENSAYOS DE AFIRMADOS

Además de esta exposición, el Road Board había hecho ejecutár desde hace dos años una serie de ensayos de alquitranado de las vías en diferentes partes de Londres y había hecho hacer principalmente en el camino que conduce á Sidcup, un arrabal de la capital inglesa, una serie de ensayos en trozos de caminos de 500 metros de largo cada uno, con diferentes sistemas de afirmados, para que los miembros del congreso pudieran juzgar *de visu* de la perfección y conveniencia de los diversos procedimientos de asfaltados, alquitranado ó afirmados de madera y de granito y granitullo; esta serie de ensayos fué todo un éxito. Allí los ingenieros pudieron juzgar el mejor ó menor resultado de los procedimientos de pavimentación y los más adaptables en ciudades de un clima semejante al londinense.

## CLAUSURA

Las sesiones del congreso fueron clausuradas el día 28 de junio, por su presidente Sir Georges Gibb, en una asamblea solemne, donde fueron votadas una á una todas las resoluciones que acabo de exponer y que habían sido estudiadas y aceptadas por las diferentes secciones del congreso. El congreso fué clausurado definitivamente con un banquete celebrado en el hotel Cécil, por el ministro del Interior de la Gran Bretaña, Mr. John Burns, con un espléndido y conceptuoso discurso de despedida.

Dando por terminado con estas cortas noticias el propósito que me había formado al aceptar el cargo con que me honró la Sociedad Científica Argentina, me es grato saludar al señor presidente.

JOSÉ J. GIRADO,
Delegado de la República Argentina ante la A. I. P
de los congresos del camino.

24, rue de Lisbonne, Paris.

BASES Y REGLAMENTO

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

SANCIONADOS EN LA ASAMBLEA DEL 9 DE SEPTIEMBRE DE 1913
APROBADOS POR EL GOBIERNO DE LA NACIÓN CON FECHA 7 DE ENERO DE 1914

---

## BASES

La Sociedad Científica Argentina tiene su asiento en la ciudad de Buenos Aires y su objeto es fomentar el desarrollo de las ciencias en general y sus aplicaciones á las artes, á las industrias y á las necesidades de la vida social.

Con este objeto;

1° Estudiará las publicaciones, inventos, descubrimientos y mejoras científicas, especialmente aquellas que pueden tener aplicación práctica en la República;

2° Formará una biblioteca compuesta de publicaciones que se relacionen con los fines de la Sociedad; así como las colecciones de instrumentos, planos, fotografías, modelos, muestras, etc., pertinentes á los mismos;

3° Promoverá la realización de conferencias, formulando programas de temas sobre cuestiones indicadas en las bases, proponiendo el estudio y la preparación de las memorias respectivas, y acordará premios al autor ó autores del mejor trabajo presentado en cada caso (véase tít. XII);

4° Cuando lo juzgue conveniente, hará estudiar las comunicaciones científicas que espontáneamente le dirijan los socios ó los parti-

culares, comprendidas dentro del programa de la Sociedad, produciendo los informes pertinentes;

5° Se pondrá en relación con las asociaciones similares, nacionales y extranjeras, para el mejor y más rápido conocimiento de los adelantos científicos, artísticos é industriales que se realicen en el mundo civilizado;

6° Publicará una revista periódica, órgano oficial de la Sociedad, bajo la denominación de *Anales de la Sociedad Científica Argentina,* sin perjuicio de las demás publicaciones que juzgare oportuno hacer;

7° Podrá establecer secciones, á ella vinculadas, en todos aquellos puntos de la República donde lo juzgare conveniente.

## REGLAMENTO

### TÍTULO I

### *De los socios*

Art. 1°. — La Sociedad se compone de socios honorarios, correspondientes, protectores, vitalicios, activos y adherentes:

*a*) Son socios honorarios aquellas personas que por sus excepcionales méritos científicos ó servicios prestados á la Sociedad, con residencia en el país ó fuera de él, merezcan á juicio de la asamblea, el homenaje de las corporaciones científicas. No abonarán cuota alguna;

*b)* Son socios correspondientes aquellas personas que á juicio de la Junta directiva pueden servir de lazo de unión interprovincial ó internacional entre los estudiosos, mediante la reciprocidad de informaciones sobre los progresos científicos en sus respectivas provincias ó países. No abonarán cuota alguna;

*c)* Son socios protectores los que hagan á la Sociedad una donación en efectivo, no menor de 1000 pesos;

*d)* Son socios vitalicios los que abonen anticipadamente, en una sola cuota, la suma de 500 pesos;

*e)* Son socios activos las personas que lo soliciten y que poseyendo un título universitario ó de instituto especial, nacional ó extranjero, ó que habiendo demostrado su dedicación á las ciencias por cargos

desempeñados, publicaciones, etc., sean dignos á juicio de la Junta directiva de pertenecer á la Sociedad. La Junta directiva reglamentará las condiciones de admisión anteriormente expuestas. Abonarán la mensualidad establecida en estos estatutos ó que se estableciere más tarde (art. 42, tít. XIV);

*f)* Son socios adherentes, los que no teniendo las condiciones establecidas en el inciso *e)* soliciten pertenecer á la Sociedad y sean dignos de ello, á juicio de la Junta directiva;

*g)* Los socios correspondientes, protectores y vitalicios son nombrados directamente por la Junta directiva. Los activos deben ser presentados á la Junta directiva por dos socios activos, en pleno goce de sus derechos, indicándose en la solicitud correspondiente la profesión y el domicilio del candidato. La Junta directiva resolverá su admisión por mayoría de votos. Los socios honorarios serán propuestos á la Junta directiva por un mínimum de veinte socios activos. Reconocido por ésta el mérito del candidato, elevará la solicitud á resolución de la asamblea. Los socios protectores, vitalicios y activos, tienen voz y voto en las asambleas; los honorarios, correspondientes y adherentes tan sólo voz;

*h)* Todos los socios recibirán un diploma que los acredite en su carácter correspondiente, firmado por el presidente y los dos secretarios y timbrado con el sello mayor de la Sociedad.

Art. 2°. — Todos los socios tendrán derecho:

1° Á exponer á la Junta directiva las ideas que consideren útiles á la Sociedad, debiendo aquélla someterlos al estudio de una comisión especial, cuando el asunto así lo requiera;

2° Al uso de la biblioteca, instrumentos y colecciones de la Sociedad, así como asistir á las conferencias y visitas que organice, de acuerdo con las disposiciones que á este respecto establezca la Junta directiva;

3° Á presentar, por sí ó por escrito, personas á quienes se les podrá acordar temporariamente el derecho de consultar la biblioteca y colecciones de la Sociedad;

4° Á un ejemplar de los *Anales* y demás publicaciones que hiciere la Sociedad.

Art. 3°. — Los socios activos podrán además:

*a)* Consultar los libros de la administración de la Sociedad, siempre que lo solicitaren;

*b)* Pagar la mitad de la mensualidad cuando permanecieren fuera de la localidad, asiento de la Sociedad, por más de tres meses, dando

previo aviso á la Junta directiva. Tendrán derecho á las publicaciones de la Sociedad.

Art. 4°. — Los socios activos y adherentes quedarán de hecho cesantes, previo aviso y siguiente intimación perentoria, cuando no hubiesen satisfecho las cuotas correspondientes durante tres meses consecutivos.

Art. 5°. — Un socio cualquiera podrá ser separado de la Sociedad, siempre que á juicio de la Junta directiva hubiera dado motivos fundados para ello, y así lo ratifique la asamblea, de acuerdo con el artículo 10 del título II.

## TÍTULO II

### *De las asambleas*

Art. 6°. — Las asambleas son ordinarias ó extraordinarias. Considérase ordinaria la de la primera semana de abril, en la que se procederá á la elección de los socios que deben reemplazar á los salientes de la Junta directiva, requiriéndose para sesionar la presencia de la décima parte, por lo menos, de los socios activos residentes en la capital de la República, que estén al día en el pago de las cuotas. En caso contrario se transferirá la asamblea para cinco días después, formando entonces *quorum* el número de socios que concurra.

Art. 7°. — Las asambleas extraordinarias tendrán lugar toda vez que así lo disponga la Junta directiva, ó el presidente, en caso de urgencia, á pedido de diez socios, indicando el objeto de la convocación, que constituirá la « orden del día ». Estas asambleas se regirán en su *quorum* y resoluciones por lo dispuesto en el artículo 6°.

Art. 8°. — Los asuntos que se deben tratar en las asambleas y el día y hora en que éstas tendrán lugar, se harán conocer por citaciones repartidas con dos días de anticipación, por lo menos, del fijado para la reunión, publicándose con igual anticipación en dos diarios.

Art. 9°. — La asamblea resuelve todos los puntos que no entran en las atribuciones de la Junta directiva; concede premios ó distinciones honoríficas á los socios ó personas extrañas á la Sociedad, cuando se hubieran distinguido por algún invento ó trabajo de reconocida utilidad; nombra los socios honorarios con arreglo á lo establecido en el

inciso *f* del artículo 1°. No puede resolver, en cada caso, sino los asuntos que constituyen la orden del día. Aquellos á que diere lugar la tratación de los que motivaron la asamblea, podrán ser objeto de otra inmediata, si así lo resuelve aquella, pero nunca antes de tres días y previa comunicación á los socios con dos días de anticipación.

Art. 10. — Corresponde también á la asamblea resolver sobre la medida disciplinaria relativa á la expulsión de socios á que se refiere el artículo 5° del título I, no pudiendo hacerlo sino por mayoría de tres cuartas partes de votos de los socios presentes, cuyo número no debe ser menor de la décima parte de los activos que estén al día en sus relaciones económicas con la Sociedad.

Art. 11. — Las resoluciones de las asambleas, salvo los casos indicados en los artículos anterior y 13 del título III, se tomarán por simple mayoría de votos de los socios presentes. Las votaciones podrán ser ordinarias, nominales ó secretas. La elección de los miembros de la Junta directiva se hará siempre por cédula secreta; serán también secretas aquellas que á juicio de la Junta directiva puedan afectar personalmente á algún consocio.

## TÍTULO III

### *De la Junta directiva*

Art. 12. — La Sociedad será dirigida por una Junta compuesta de un presidente, dos vicepresidentes (1° y 2°) dos secretarios (de actas y de correspondencia), un tesorero, un protesorero, un bibliotecario y ocho vocales.

Art. 13. — La Junta directiva se renueva por mitad cada año en la asamblea ordinaria de la primera semana de abril. Se procederá á elegir los socios que deben ocupar los cargos de presidente, vice (1° y 2°), dos secretarios, un tesorero, un protesorero y un bibliotecario, pasando estos miembros que terminan su mandato á ser vocales de la nueva comisión. Para reelegir alguno de los cesantes se requiere las tres cuartas partes de los votos de los socios activos presentes. En caso de reelección, se procederá á elegir el vocal correspondiente. Los cargos se votarán por separado.

Art. 14. — Ningún socio podrá formar parte de la Junta directiva por más de dos períodos consecutivos.

Art. 15. — La Junta directiva se reunirá tres veces por mes y, además, cuando fuera citada extraordinariamente por el presidente.

Art. 16. — Todo miembro de la Junta directiva que faltare á las reuniones durante cinco citaciones ordinarias consecutivas, sin causa justificada, quedará cesante, lo que se le comunicará por secretaria.

Art. 17. — Para que sean válidas las resoluciones de la Junta directiva, se requiere, por lo menos, la presencia de cinco de sus miembros, incluso el presidente, y sus decisiones se tomarán por simple mayoría de votos, decidiendo el presidente en caso de empate.

Art. 18. — Las atribuciones de la Junta directiva son:

1ª Regir el funcionamiento científico, social y económico de la institución;

2ª Hacer cumplir las decisiones tomadas en las asambleas;

3ª Tomar las resoluciones de carácter urgente que se hallen dentro de este reglamento;

4ª Convocar la Sociedad á las sesiones ordinarias y extraordinarias con arreglo al artículo 7° del título II;

5ª Nombrar y suprimir empleados;

6ª Autorizar los gastos que requiera la conservación de los bienes muebles é inmuebles de la Sociedad, teniendo capacidad para adquirirlos, enajenarlos, gravarlos ó constituir sobre ellos derechos reales;

7ª Nombrar de su seno ó del de los demás consocios las comisiones especiales que á su juicio sean necesarias para los fines de la asociación;

8ª Nombrar los socios correspondientes, protectores y vitalicios, y aceptar los activos y adherentes conforme á lo estipulado en el inciso *f* del artículo 1°, título I;

9ª Suspender á cualquier socio, dando cuenta á la asamblea de los motivos, á fin de que ésta resuelva con arreglo al artículo 5° del título I;

10ª Disponer la forma en que ha de festejarse el correspondiente aniversario de la fundación de la Sociedad.

## TÍTULO IV

### *Del presidente*

Art. 19. — El presidente representa á la Sociedad en todos sus actos internos y externos. Sus deberes y atribuciones son:

1° Presidir las asambleas y las reuniones de la Junta directiva; dirigir las discusiones; proclamar el resultado de los escrutinios en las votaciones. En las asambleas el presidente sólo tiene voto en caso de empate, y en la Junta directiva tiene el voto propio y el de desempate;

2° Hacer cumplir las resoluciones de las asambleas y de la Junta directiva y lo que prescribe el reglamento de la Sociedad;

3° Firmar las actas y autorizar las resoluciones de las asambleas y de la Junta directiva, los diplomas de los socios y los libramientos sobre el banco oficial depositario;

4° Autorizar el pago de los sueldos y gastos de la Sociedad;

5° Inspeccionar trimestralmente el balance de caja;

6° Transferir, cuando quiera tomar parte en la discusión, la presidencia de la asamblea, de acuerdo con el artículo 20, á uno de los vicepresidentes, y, en ausencia de éstos, á uno de los vocales;

7° Adoptar, en caso de urgencia, las medidas que considere más convenientes para el mejor servicio de la Sociedad, dando cuenta á la Junta directiva;

8° Dar con la requerida anticipación aviso á la Junta directiva toda vez que deba ausentarse temporalmente;

9° Presentar anualmente á la asamblea de la primera semana de abril una memoria detallada de la actuación de la Sociedad durante el año transcurrido;

10° Es presidente nato de las subcomisiones que se nombren del seno de la Junta directiva ó de la Sociedad.

Art. 20. — En ausencia del presidente, ejercerá sus funciones uno de los vicepresidentes, y en ausencia de éstos el vocal más antiguo, y entre los de igual antigüedad, el de mayor edad.

## TÍTULO V

### *De los secretarios*

Art. 21. — Las atribuciones y deberes del secretario de actas son:

1° Autorizar con su firma la del presidente en todos los actos internos de la Sociedad, y conjuntamente con el secretario de correspondencia en las presentaciones de la Sociedad á los poderes públi-

cos, en los diplomas de los socios y en todas aquellas circunstancias que el presidente lo considere necesario;

2° Redactar las actas de las sesiones de las asambleas y de la Junta directiva;

3° Dar cuenta á la asamblea de los trabajos hechos por la Junta directiva;

4° Leer las memorias y documentos presentados, en ausencia de sus autores.

Art. 22. — Las atribuciones y deberes del secretario de correspondencia son:

1° Autorizar con su firma la del presidente en los actos externos de la Sociedad y conjuntamente con el secretario de actas, en los casos expresados en el inciso 1° del artículo anterior;

2° Redactar la correspondencia, notas y documentos de la Sociedad.

Art. 23. — Sin perjuicio de lo que acaba de establecerse, los secretarios se auxiliarán en el desempeño de sus funciones, reemplazándose cuando fuere necesario.

## TÍTULO VI

### *Del tesorero y protesorero*

Art. 24. — Las atribuciones y deberes del tesorero, son:

1° Diligenciar el ingreso de las subvenciones y demás créditos que tenga la Sociedad;

2° Cuidar que entren semanalmente á tesorería las sumas que se haya recaudado;

3° Colocar en el banco oficial depositario, á nombre de la Sociedad y á la orden del presidente y tesorero, todo el dinero recaudado, con excepción del que pueda necesitarse para los gastos ordinarios de ésta;

4° Firmar los recibos de las cuotas por cobrar y de las subvenciones. Firmar con el presidente los libramientos al banco, y con éste y los secretarios los libros de la contabilidad;

5° Obtener del cobrador una fianza á satisfacción de la Junta directiva;

6° Pagar personalmente los sueldos y gastos ordenados por el presidente y refrendados por el secretario;

7° Reglamentar la contabilidad de la Sociedad, determinando la forma en que deben llevarse los libros ó hacerse las respectivas anotaciones, inventarios, etc.;

8° Presentar trimestralmente á la Junta directiva un balance de caja y un estado de la cobranza, haciendo notar particularmente la falta de cumplimiento por parte de los socios á lo prescripto en el artículo cuarto, (tít. I);

9° Cerrar anualmente los libros de la contabilidad, elevando á la asamblea, por intermedio del presidente, un balance general del estado de la caja de la Sociedad;

Art. 25. — En ausencia del tesorero, el protesorero le substituye en todas sus atribuciones y deberes.

## TÍTULO VII

### *Del bibliotecario*

Art. 26. — El bibliotecario está encargado del fomento y conservación de la biblioteca y archivo de la Sociedad.

Sus deberes son:

1° Formar y mantener al día el catálogo de la biblioteca, de las colecciones y del archivo;

2° Promover el aumento de la biblioteca, tratando de conseguir donaciones, proponiendo á la Junta directiva la adquisición de obras de reconocida importancia, etc.;

3° Cuidar de que las publicaciones á que esté subscripta la Sociedad sean recibidas con puntualidad, informando al presidente de las faltas que sobrevengan en su entrega;

4° Informar á la Junta directiva sobre la oportunidad de las indicaciones formuladas por los socios á que se refiere el artículo 31 (tít. IX).

5° Vigilar la correcta encuadernación de las obras formadas por entregas;

6° Proponer á la Junta directiva el canje de los *Anales* con publicaciones que interesen á la Sociedad;

7° Presentar mensualmente un estado de las obras que se hayan adquirido por cualquier medio, dando cuenta de la inversión de los fondos que se le entregue.

## TÍTULO VIII

### *Del gerente*

Art. 27. — El gerente es nombrado por la Junta directiva y depende del presidente de la Sociedad.

Art. 28. — Sus deberes y atribuciones son:

1° Asistir al local de la Sociedad todos los días hábiles en las horas que la Junta directiva haya fijado;

2° Vigilar el cumplimiento de las obligaciones de cada uno de los empleados, pudiendo suspenderlos, dando inmediatamente cuenta por escrito al presidente;

3° Proponer á la Junta directiva las variaciones que crea convenientes en el servicio puramente administrativo;

4° Entregar semanalmente al tesorero las sumas recaudadas por cuotas mensuales, de ingreso ú otros créditos que tenga la Sociedad, debiéndole también presentar al fin de cada mes un estado de estas entregas y de los gastos efectuados;

5° Hacer todas las citaciones que se requiera para los fines de la Sociedad;

6° Cumplir los actos de propaganda que se le indique por secretaría;

7° Entregar á los socios los libros de la biblioteca, del modo y forma que el reglamento de ésta lo determine (art. 30, tít. IX);

8° Coleccionar los folletos y entregas de las obras periódicas para su encuadernación, lo mismo que las comunicaciones que reciba la Sociedad;

9° Llevar los libros siguientes:

Copiador para la correspondencia de la Sociedad;

Los libros de actas, de las cobranzas, de los gastos, etc;

Catálogo de la biblioteca, de las colecciones y de las donaciones;

Índice del archivo;

Registro general de socios;

10° Presentar al presidente, al fin de cada mes, la planilla de gastos, para que éste ordene su pago;

11° Facilitar á los socios la inspección de los archivos y colecciones;

12° Cuidar del orden é higiene del local de la Sociedad.

Art. 29. — Siendo el gerente un empleado á sueldo, no puede ser socio. Su nombramiento será hecho por la Junta directiva.

## TÍTULO IX

### *De la biblioteca y del archivo*

Art. 30. — La biblioteca se regirá por un reglamento interno aprobado por la Junta directiva.

Art. 31. — Los socios podrán inscribir en un libro especial el título de las obras ó periódicos cuya adquisición crean conveniente para la Sociedad. La Junta directiva es la encargada de valorar la importancia de las obras propuestas y resolver sobre su adquisición.

Art. 32. — Los socios no podrán llevar libros, periódicos, documentos, etc., fuera del local de la Sociedad, sino con las formalidades que establezca el reglamento interno.

Art. 33. — El archivo contendrá las actas de las sesiones, una colección de los *Anales,* las comunicaciones dirigidas á la Sociedad y copia de todos los documentos que emanen de ella.

## TÍTULO X

### *De los Anales*

Art. 34. — Los *Anales de la Sociedad Científica Argentina* serán dirigidos por un socio activo elegido por la Junta directiva. Su mandato durará dos años, pero podrá ser reelegido indefinidamente, como también separado de su cargo cuando á juicio de la misma Junta directiva hubiera dado lugar á ello. En tal caso se requiere un mínimo de diez votos.

Art. 35. — Son deberes del director :

*a)* Tratar de que la revista ofrezca el mayor interés posible en su fondo y en su forma, dando preferencia á los artículos originales de carácter científico, teórico ó de aplicación, tratando de conseguir la

mayor corrección posible en la composición tipográfica, la mayor regularidad en la fecha de su aparición y la mayor variedad posible en el material publicado;

*b)* Aceptar ó rechazar, sin perjuicio del derecho del interesado á apelar ante la Junta directiva, los trabajos originales é inéditos que se le remita para su publicación; fijar la fecha y el orden en que deban aparecer los aceptados; publicar los materiales que le envíe con dicho objeto la Junta directiva; conceder la tirada aparte á los autores (art. 36), etc.;

*c)* Proponer á la Junta directiva todas las medidas tendientes á la mayor difusión de los *Anales,* á la obtención de fondos para el sostén de los mismos, á la constitución de un núcleo de redactores, etc.;

*d)* Proponer los empleados que la buena marcha de la revista imponga;

Art. 36. — Los colaboradores de los *Anales* tendrán derecho á cincuenta ejemplares de su respectiva memoria, publicada en tirada aparte.

Art. 37. — El formato de los *Anales* no podrá ser modificado.

Art. 38. — La Junta directiva podrá discernir cada trienio uno ó varios premios honoríficos á las mejores memorias originales que se hayan publicado en los *Anales* durante el mismo, previo informe, en cada caso, de una comisión *ad hoc* nombrada por ella. El premio será entregado en acto público.

## TÍTULO XI

### *De los concursos*

Art. 39. — La Junta directiva establecerá concursos anuales, proponiendo los temas que estime convenientes, y acordará en cada caso los premios que correspondan, de acuerdo con el reglamento especial.

## TÍTULO XII

### *De las conferencias*

Art. 40. — La Sociedad facilitará su local para la celebración de conferencias, con sujeción á las siguientes cláusulas:

*a)* Las personas que deseen dar conferencias, sean socios ó no, deberán indicar el título de las mismas al solicitar de la Junta directiva la concesión del local y fijación del día;

*b)* La Junta directiva resolverá en todos los casos, sin apelación, la admisión de las conferencias:

*c)* No se admitirá conferencias de carácter sectario, político ó religioso:

*d)* En caso que un conferenciante faltare subrepticiamente á lo indicado en el inciso anterior, el presidente de la Sociedad podrá suspender la conferencia;

*e)* Los originales de las conferencias quedarán en la Sociedad, la que podrá publicarlas en sus *Anales*. El conferencista tendrá derecho, en tal caso, á la tirada aparte á que se refiere el artículo 36 tít. X).

## TÍTULO XIII

### *De las memorias*

Art. 41. — Las memorias de carácter científico que sean presentadas á la consideración de la Sociedad por personas extrañas á ella, serán hechas estudiar previamente por la Junta directiva, la que decidirá sobre la oportunidad ó conveniencia de su lectura en asamblea.

## TÍTULO XIV

### *Disposiciones generales*

Art. 42. — La cuota mensual que deben abonar los socios activos, á que se refiere el inciso *e*, artículo 1°, título I, es por ahora de cuatro pesos de curso legal y podrá ser modificada directamente por la Junta directiva. Los socios adherentes abonarán una cuota mensual igual á la mitad de la de los activos.

Art. 43. — Las reformas que conviniere más tarde introducir en estos estatutos, sólo podrán verificarse con la anuencia de una asamblea previa, especial, citada con este objeto, mediante una solicitud hecha á la Junta directiva por un mínimum de veinte socios. La

asamblea sólo podrá tener lugar de acuerdo con lo establecido en el título II.

Art. 44. — Las resoluciones de las asambleas podrán ser reconsideradas á petición escrita de veinte socios, y tratadas como orden del día en la asamblea siguiente.

## DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Estos estatutos regirán desde el día en que hayan sido aprobados por la autoridad nacional competente.

Los estudiantes que actualmente son socios activos, abonando dos pesos mensuales, quedarán en dicho carácter y con la misma cuota hasta que terminen ó abandonen sus estudios.

# BIBLIOGRAFÍA

## LIBROS

**Tratado de trigonometría elemental**, de acuerdo con el programa de la materia en la Facultad de ciencias exactas, físicas i naturales, por JUAN MANUEL GARZÓN, alférez de navío. Un volumen de 260 pájinas en 8° mayor, con 53 figuras intercaladas en el testo. Casa editora Juan A. Alsina. Buenos Aires, 1912.

No faltan, por cierto, obras de trigonometría, nacionales o estranjeras, algunas de positivo mérito por el plan i por su desarrollo, pero, en jeneral, o son mui elementales o alcanzan proporciones que las inutilizan como trabajos didácticos, dando aquéllas apenas un conocimiento somero, i éstas pasando á la categoría de obras de consulta sobre esta disciplina matemática tan importante, especialmente para los que profesionalmente deberán aplicarlas en operaciones geodésicas, o simplemente topográficas, como injenieros o agrimensores, o a observaciones de astronomía náutica, como marinos.

En jeneral, los autores de libros de matemáticas son profesores i no profesionales. Resulta que al ejemplarizar para aplicar las fórmulas que han deducido del análisis, lo hacen en su mayor parte desconociendo la utilidad de que los ejemplos sean precisamente casos que la práctica presenta a los profesionales. Me parece obvio entrar a demostrar cuánta ventaja reportará al marino, al topógrafo, al injeniero, hallar la realidad de los hechos, prevista en los testos de enseñanza especial.

Concretándonos al trabajo publicado por el alférez de navío señor Garzón, nos place poder establecer que presenta no pocas ventajas para los estudiantes, las que le harán aceptar con interés por los mismos. El plan de la obra es el programa de las escuelas profesionales, lo que evita al alumno pérdidas de tiempo i dolores de cabeza, que causa siempre la consulta de varias obras de autores diversos, que si bien todos, en síntesis, dicen lo mismo, no lo dicen en la misma forma, ni con igual claridad, siendo los unos demasiados concisos i confusos, otros diluídos i cansadores, concretándose algunos al *quot erat demostrandum* sin aplicación alguna, etc., etc.

El señor alférez Garzón presenta, pues, al estudiante, con la amplitud necesa-

ria, metódicamente, i en estilo claro i conciso a la vez, cuanto ha menester para rendir examen de la materia en nuestra facultad de ciencias exactas.

A la bondad técnica de la obra, debo agregar su impresión tipográfica clarísima i tan correcta, que en materia tan fácil de errar, la fe de erratas sólo presenta siete correcciones. Mui buena idea la de estampar en letra más llamativa, *la negrita*, las fórmulas deducidas del análisis, porque ello constituye un verdadero auxiliar mnemónico, contribuyendo a grabar más fácilmente en la memoria las fórmulas que debemos aplicar según los casos.

Damos a continuación el índice sumario de los capítulos de la obra.

Previas las indispensables definiciones, el autor entra en la *Primera parte* de su trabajo, que abarca la teoría de las líneas trigonométricas, subdividida así : Preliminares. Definiciones. Signos i valores de las líneas. Arcos que corresponden a una misma línea. Relaciones entre las líneas de un arco. Relaciones entre las de ciertos arcos. Suma, multiplicación i división de los arcos. Trasformaciones logarítmicas. Valores de las líneas trigonométricas de algunos arcos. Tablas logarítmicas.

En la *Segunda parte* el alférez Garzón aborda las aplicaciones jeométricas, es decir, entra en las trigometrías rectilínea i esférica desarrollando los siguientes capítulos : Propiedades de los triángulos rectilíneos. Resolución de los triángulos rectángulos i oblicuángulos. Casos particulares. Aplicaciones sobre el terreno. Problemas diversos.

Por lo que a la trigonometría esférica atañe, trata análogamente de las propiedades de los triángulos; analiza las espresiones calculables por logarítmo; estudia los modos de resolver los triángulos rectángulos i oblicuángulos; halla la espresión del esceso esférico, i termina solucionando diversos problemas relativos a los lados, área, de los triángulos esféricos, etc.

Creemos que la útil tarea que se ha impuesto el autor, será debidamente compensada por la voluntaria adopción de su obra por los estudiantes interesados, sin necesidad de que nosotros la recomendemos.

S. E. BARABINO.

**Lecciones de termodinámica con aplicación á los fenómenos químicos,** por JOSÉ MARÍA PLANS Y FREYRE, 96 pág. — Zaragoza, 1913.

Conferencias de ampliación dadas en la Facultad de ciencias de Zaragoza especialmente para los químicos.

Esta feliz iniciativa del profesor Plans y Freyre, tiene por objeto difundir los conocimientos termodinámicos, base fundamental de la química moderna (de la química racional, podemos decir), que junto con los de la mecánica, han elevado á esta ciencia, del empirismo al rango de una verdadera ciencia con principios cada vez más generales.

Para conseguir su objeto, el autor entra á menudo en los detalles del cálculo, acompañándolo de numerosas representaciones gráficas, á fin de facilitar su lectura aun á las personas poco versadas en matemáticas.

Después de una exposición sumaria relativa á las representaciones gráficas de las transformaciones isotérmicas y adiabáticas, ciclos, ecuaciones térmicas y trabajo, aborda el principio de la equivalencia, desarrollando con claridad y preci-

sión las distintas expresiones analíticas de este importante principio, que sirve de base para dar una definición rigurosa de la función U ó *energía interna*, y termina esta segunda lección con las aplicaciones al estudio de las reacciones á volumen constante y á presión constante.

En la tercera y cuarta lecciones se halla tratado el segundo principio y con especial detenimiento, el ciclo de Carnot y la difícil noción de *entropía* con sus diagramas correspondientes. Merecen especial mención los desarrollos relativos á la *energía libre ó utilizable*, al concepto termodinámico de la afinidad y á la interpretación del principio del trabajo máximo, donde desarrolla las ideas de Berthelot, Le Chatelier, Duhem y los conceptos deducidos del teorema de Nernst. Este último teorema íntimamente ligado á la teoría de los *quanta de Planck*, permite, como sabemos, dar una idea del valor absoluto de la entropía y una medida de la afinidad basada únicamente en los datos térmicos.

El autor ha puesto una dedicación particular (lección 6ª) en la demostración de la ecuación de Guldberg y Waage, base fundamental de la teoría de los equilibrios químicos y de la fórmula que expresa la ley del desplazamiento del equilibrio con la temperatura. Á ambas demostraciones va unido el cálculo de la *pérdida de energía libre en una reacción química* que permite hallar la *cantidad máxima de trabajo* producida por el sistema.

Con igual claridad y detenimiento se ocupa de la demostración termodinámica de *la regla de las fases* con sus aplicaciones al estudio de los sistemas mono y plurivariantes (lección 7ª) y especialmente á la determinación del punto triple en el equilibrio de un sistema formado por tres fases y un constituyente independiente (lección 8ª). Muestra también cómo se puede llegar, partiendo de los conceptos introducidos en la demostración de aquella regla, á la fórmula de Clapeyron, que aplica á los casos de la fusión y evaporación.

En resumen, dada la calidad de los tema tratados y la claridad y método con que ellos son expuestos por el autor, esta obra viene á llenar una necesidad sentida y no podemos menos que recomendarla con satisfacción, á los estudiantes de físico-química y á todas aquellas personas, que teniendo conocimientos generales de termodinámica, desean abordar los problemas fundamentales que aquella importante ciencia persigue. Deseamos, además, que esta iniciativa del autor, digna de elogio, tenga eco en todos aquellos centros, donde la enseñanza de la química racional constituye una de sus principales preocupaciones.

H. DAMIANOVICH.

**Cours d'électrotechnique générale et appliquée**, par R. SWINGEDAUW, con la colaboración de F. NEGRE y P. BEAUVAIS. *Électrotechnique générale*, tome 1er, *La dynamo à courant continu*.

La obra de conjunto cuyo primer tomo recién apareció, es el curso que el autor desarrolló en el Instituto electrotécnico de Lille (Francia). No es meramente una recopilación bien ordenada de las ideas modernas sobre el tema, sino que, saliendo del molde común, merece un sitio especial entre los libros escritos para los estudiantes universitarios, tanto por la exposición didáctica sobria y concisa, como por el interés de varias teorías, resultado de la labor propia del profesor Swyngedauw.

El primer tomo de la obra abarca lo relativo á la dínamo de corriente continua en su faz teórica, debiendo el cálculo, la construcción y los ensayos de dichas dínamos ser el objeto de un tomo del curso de electrotécnica aplicada, todavía no publicado.

Después de una introducción destinada á aclarar los fundamentos de las teorías electromagnéticas, el autor estudia los devanados en una forma lógica y clara, basada en los principios de Thompson y de Arnold, pero simplificando los conceptos y llegando en una forma sencilla á la teoría general de los devanados cerrados. Señalaremos, especialmente, el interesante capítulo sobre el cálculo de las amperevueltas necesarias para magnetizar la dentadura.

Sigue el estudio de los varios métodos de excitación con esquemas claros. El desarrollo del tema de las características, uno de los puntos de mayor importancia en la teoría de la dínamo, según nuestro criterio, se halla tratado en una forma atrayente ; llamaremos especial atención sobre el estudio del autor del período variable de la autoexcitación (variación de la f. e. m. y duración del fenómeno) cuyas conclusiones teóricas son susceptibles de una verificación práctica bastante precisa.

Los inducidos dentados dan lugar á un capítulo en que se estudia por medio de las características y de los efectos de las corrientes de Foucault la mejor forma para los dientes (forma media abierta).

Se estudian luego las varias reacciones de la corriente (reacciones longitudinal y transversal del inducido) para llegar al problema moderno importantísimo de la conmutación con vistas personales y desarrollo de los varios remedios prácticos (arrollamiento Sayers, polos auxiliares).

Después de haber pasado en revista algunas máquinas especiales : *survolteurs* y *survolteurs-dévolteurs*, el autor examina en la misma forma rigurosa los motores eléctricos y luego la potencia y el rendimiento de las dínamos.

El último capítulo trata en forma breve de la trasmisión de la energía en corriente continua.

En resumen, es un libro de estudio de valor para los que desean conocer bien el estado actual de la teoría de las dínamos de corriente continua.

H. M. LEVYLIER.

## REVISTAS

**Adsorcion, significado del valor $x$ en la fórmula de repartición y las causas de la sorción,** por G. V. GEORGIEVICS, *Bull. Soc. Ch.*, 4ª serie, XIII, XIV, 16, 17, 1058. 1913.

La fórmula $\frac{\sqrt[x]{C_1}}{C_2}$ propuesta por Boedecker para representar el fenómeno de adsorción en la tierra arable, ha sido aplicada por Georgievics en la adsorción de ácidos por lana. Ha encontrado que el valor de $x$ es grande para los ácidos fuertes y para los débiles es pequeño. Comparando esta fórmula con la de Henry, se puede observar la analogía existente entre ellas cuando $x = 1$. Por consiguiente, en el caso de los ácidos débiles, en los cuales $x$ es pequeño, el fenó-

meno se acerca á una disolución, es decir, que el ácido se reparte uniformemente al estado de solución sólida ; mientras que con los ácidos fuertes tiene lugar la adsorción.

Ha podido constatar que para un mismo grupo de ácidos la adsorción es tanto mayor cuanto más pequeño es su frotamiento interno.

**Naturaleza y causas de la sorción en las soluciones acuosas**, por G. V. GEORGIEVICS, *Bull. Soc. Ch.*, 4ª serie, XIII, XIV, 16, 17, 1058. 1913.

Hace notar la diferencia existente entre la *sorción* y la *adsorción*, considera la primera como una suma de la adsorción y de la disolución. Parece que la sorción y la adsorción dependen únicamente de la fuerza de los ácidos (adsorción por la lana), pero considerándolas separadamente se presentan nuevas contradicciones.

Admitiendo que la adsorción es un simple fenómeno de adhesión superficial, no es suficiente para explicar estas clases de fenómenos, es necesario hacer intervenir las fuerzas moleculares internas del adsorbente que pueden originar en muchos casos verdaderas reacciones químicas.

O. F. F. NICOLA.

**Estudio de la adsorción. Sulución, adsorción, combinación química, adhesión**, por G. V. GEORGIEVICS, *Bull. Soc. Ch.*, 4ª serie, XIII, XIV, 16, 17. 1058-1913. *Mon. f. Ch.*, tomo 34, pág. 751-759 ; 5, 1913.

**Calores específicos y de fusión de los metales alcalinos**, por M. E. RENGADE, *Bull. Soc. Ch.*, XIII, XIV, nº 15, 739, 40. 1913.

De las determinaciones efectuadas entre 15° y 100°, ha deducido las siguientes conclusiones :

1º El calor atómico á 0° crece regularmente con el peso atómico ;

2º El calor atómico de fusión decrece y relacionándolo con la temperatura absoluta de fusión se obtiene un cociente casi constante, con una variación de un 20 por ciento ;

3º El coeficiente de temperatura del calor específico al estado sólido crece con el peso atómico, mientras que al estado líquido decrece y en el caso del rubidio y del cesio es negativo.

O. F. F. NICOLA.

**Das Pflanzenreich**, por A. ENGLER. (Regni vegetabilis conspectus). *Araceae, Philodendroideae, Philodendreae*. K. Krause, *Philodendrinae*. 60 Heft (IV, 23 D *b*), 23 de septiembre de 1913. Ed. : W. Engelmann, Leipzig und Berlín.

Acaba de aparecer esta monografía correspondiente á la familia de las *Araceas*. Comprende el grupo de las *Philodendrinae*, dos géneros : *Philodendron* Schott, y *Philonotion* Schott.

El primero consta en la actualidad de 222 especies con vasta distribución geográfica.

El segundo comprende una sola especie : *Philonotion Spruceanum* Schott ; en el Brasil, provincia del Alto Amazonas.

Claves de determinación y 45 figuras completan la monografía.

Anota además un género dudoso : *Thaumatophyllum* Schott, con una especie: *T. Spruceanum* Schott, imperfectamente conocida y muy afín al Philodendron, según el autor.

AUGUSTO C. SCALA.

**Sulla presenza della Formaldeide nei succhi delle piante verdi**, por F. ANGELICO é G. CATALANO, en *Bolletino del R. orto botanico é giardino coloniale di Palermo*. Año XI, fascículos 1, 2, 3, enero-septiembre 1912. Ed. : E. Priulla, 1913, páginas 75 á 80.

Por la importancia é interés que el tema reviste, creo muy oportuno dar de él una noticia detallada, ya que el asunto pudiera ser tratado entre nosotros para comprobar sus datos, sin que esto signifique poner en duda la seriedad de los investigadores y las conclusiones. Dicen : « Es sabido que la actividad específica de los protoplasmas en cada especie vegetal conduce á la formación de número extraordinario de substancias orgánicas, de las cuales muchas desconocidas ó imperfectamente por la química.

Á pesar de esto, la actividad del vegetal determinando la síntesis de las substancias ternarias, se verifica de modo idéntico en todas las plantas provistas de clorófila y expuestas á la luz, así el almidón, primero, entre los producidos por tal síntesis.

En el tejido verde el agua y el anhidrido carbónico se combinan para dar ese primer producto.

La hipótesis de Bayer dice, teóricamente, que en presencia del agua el anhidrido carbónico da origen á aldehido fórmico :



$$CO^2 + H^2O = COH^2 + O_2$$

el cual por polimerización se convierte en almidón.

Á pesar de la sencillez de la seductora reacción, tal hipótesis no había podido adquirir el valor de un hecho demostrado, por la gran dificultad de poderlo comprobar directamente en los zumos vegetales.

Las investigaciones realizadas hasta hoy examinan el problema bajo diferentes puntos de vista : *a)* producción de almidón en una solución formaldehídica ; *b)* formación de aldehido fórmico en una solución acuosa de anhidrido carbónico, y *c)* investigaciones directas sobre zumos vegetales para caracterizar y revelar la presencia de aldehido fórmico.

Butlerow logró transformar el aldehido fórmico en hidrato de carbono, haciendo actuar sobre él agua de cal.

Loeb, haciendo pasar una corriente eléctrica por una solución de anhidrido carbónico, obtuvo la formación de aldehido fórmico y agua oxigenada. Á pesar de estas experiencias, muy demostrativas, faltaban las destinadas á revelar directamente la presencia del aldehido en el acto de su formación, experiencias

que emprendieron Pollacci, Usher y Griestley con resultados dudosos, según lo afirmaron Plancher y Ravenna, repitiendo los experimentos del químico italiano.

Curtius y Franzen, continuando investigaciones anteriores y operando sobre 1500 kilogramos de hojas de *Carpinus*, sin preocuparse de las reacciones coloreadas, pues éstas pueden ser comunes á otras substancias, las destinan á vapor de agua y siguiendo luego un proceso de purificación con agua de barita para fijar los ácidos volátiles, oxidan el nuevo destilado con óxido de plata y llegan á obtener ácido fórmico, que dosan en la proporción de 0,0008613 gramos por kilogramos.

Dicen los autores que si bien es cierto que tales experiencias son muy interesantes, la aplicación de un reactivo *sensibilísimo* y *específico* para el aldehido fórmico del zumo de las hojas, debía revestir una importancia máxima para la resolución del problema. Tal reactivo es un glucósido extraído de la *Atractilis gummifera* : la *atractilina*, cuya sensibilidad es tal, que puede revelar la presencia del aldehido fórmico en una solución que contenga tres gotas de una solución de formaldehido (40 $^{o}/_{o}$) en un litro de agua.

Operan en la siguiente forma :

Á pequeña cantidad de *atractilina* se agregan dos ó tres gotas de ácido sulfúrico concentrado, en los puntos de contacto el glucósido, que es blanco, toma coloración amarilla. Ahora bien, si se hace llegar á tal mezcla una gota de la solución formol indicada más arriba, también en los puntos de contacto y á los pocos segundos se obtiene una coloración violeta con reflejos azulados, más ó menos intenso, según la cantidad de aldehido.

La reacción es específica, pues con las numerosas substancias tratadas fueron negativas.

Las experiencias y observaciones, cuidadosamente hechas, son tan numerosas, que permiten á los autores formular esta conclusión : « *En los zumos foliares de las plantas verdes existe el aldehido fórmico,* y su existencia se debe, no á fenómenos secundarios, sino á los realmente ligados con los de la función clorofílica, en el sentido admitido en la hipótesis de Bayer. »

Las observaciones sobre zumos y destilados provenientes de plantas mantenidas por 24 ó más horas en la obscuridad y las de los zumos de *hongos, fueron siempre negativas respecto al aldehido fórmico.*

Agregan una lista de las plantas ensayadas :

*a)* Plantas expuestas normalmente á la luz y cuyo zumo foliar dió resultado positivo á las dieciseis horas, entre otras : *Lupinus albus, Helianthus annuus, Mirabilis Jalapa, Zea mays, Tropæolum majus, Akebia quinata.*

*b)* Plantas mantenidas por veinticuatro horas en la obscuridad y cuyos zumos foliares y destilados dieron reacción negativa, entre otras : *Lupinus albus, Mirabilis Jalapa, Lavatera Olbia.*

*c)* Parásitos examinados en los zumos y destilados, con reacción siempre negativa : *Psalliota campestris, Coprinus sp.*

Tal es en resumen el interesante estudio, cuya resolución definitiva ha emprendido la moderna fitobioquímica.

AUGUSTO C. SCALA.

**Contribution à l'étude des composées**, par GUSTAVE BEAUVERD, Extrait du *Bulletin de la Société botanique de Genève*, deuxième série, vol. V, 1913.

Estudia el autor en el interesante folleto dos nuevos géneros de compuestas de nuestras regiones : el primero *Stuckiertella*, dedicado á nuestro conocido botánico señor Teodoro Stuckert, por ser como dice Beauverd : *floræ argentinæ saacissimo exploratori*.

Es género intermediario entre *Gamochæta Leontopodium*, contando con dos especies : *Stuckertiella capitata* (Weddell) Beauverd, nom. nov. ; ( = *Gamochæta capitta* Weddell) que habita en el Perú, Bolivia y en la República Argentina, en el nevado del Castillo, entre las provincias de Tucumán y de Salta; y Cerro del Campo, departamento Burruyaca (provincia de Tucumán, la segunda especie es es *Stuckertiella peregrina* Beauverd, sp. nov., con dos variedades : α *fusca* y β *albida*. Habitan en Córdoba principalmente. Nuestras felicitaciones al botánico amigo por el honor recibido.

El segundo género : *Berroa*, dedicado á otro botánico sudamericano, el señor don Mariano B. Berro del Uruguay, también conocido nuestro, por ser de : *floræ uruguayensis studioso exploratori*. Cuenta el género con una sola especie : *Berroa gnaphalioides* (Less) Beauverd nom. nov. ( = *Lucilia gnaphalioides* Lessing) con dos variedades α *typica* y β, argentea (Brasil, Uruguay, República Argentina).

Estudia en el párrafo III el género *Facelis* Cassini (emend. Beauverd) en el cual deja perfectamente definidas las características de cuatro especies con variedades y formas, todas sudamericanas.

AUGUSTO C. SCALA.

**Beitrage zur kenntniss der flora argentiniens**, por TEODORO STUCKERT, in Verbindung mit Tachgelehrten und nach Durchsichet der in verschiedenen botanischen Museen sowie im Herbar Stuckert sich befinden Belege unter Benützung der einschlägigen Literatur. I. *Die Nyctaginacen argentiniens* von T. Stuckert und A. Heimerl (20 octubre 1913) (Extr. del *Annuarie du Conservatoire* et du *Jardin botanique de Genève*, vol. XVII, páginas 219-234).

Inicia nuestro conocido botánico Stuckert, el estudio de las familias de fanerógamas de nuestra flora y nos promete proseguirlo. Es de desear que así ocurra, tanta es la necesidad de una obra de conjunto sobre nuestros vegetales !

Comienza la serie por la familia de las Nictagináceas, que resulta representada aquí por 7 géneros, 21 especies, 8 variedades y 6 formas, distribuídas en los primeros que son ; *Mirabilis*, *Boerhaavia*, *Allionia*, *Bougainvillea*. *Colignonia*, *Pisoniella* y *Pisonia*.

Esperamos para muy pronto nuevas y valiosas contribuciones como la presente.

AUGUSTO C. SCALA.

**Novitates Argentinæ** por E. HASSLER, En Fedde *Repertorium* XX (1913), páginas 201-212.

En este primer folleto describe el autor una nueva especie de Leguminosa

cesalpinioidea, la *salpinia* Stuckert Hassler, nov. spec., y la variedad *robusta* de la misma especie.

Fue hallada por Stucker en las selvas vírgenes próximas á Cañada Alegre, departamento Buruyacú, Tucumán y es conocida allí con el nombre vulgar de *Huaycurú*.

La variedad proviene de los mismos lugares y se diferencia de la especie por fructificar en diciembre, en lugar de hacerlo en enero como aquella.

AUGUSTO C. SCALA.

## SOCIOS HONORARIOS

Dr. Juan J. J. Kyle
Ing. J. Mendizábal Tamborrel. — Dr. Estanislao S. Zeballos. — Enrique Ferri
Ing. Guillermo Marconi

## SOCIOS CORRESPONDIENTES

| | |
|---|---|
| Aguilar, Rafael | Méjico. |
| Arteaga, Rodolfo de | Montevideo. |
| Alfonso Paulino | Sgo. de Chile. |
| Ballvé, Horacio | I. de Año N. |
| Bodenbender, Guillermo | Córdoba. |
| Bolívar, Ignacio | Madrid. |
| Bertoni, Moisés | P. Bertoni (P.). |
| Bailey, Willis | Washingtón. |
| Bruce, William | Edimburgo. |
| Carvalho, José Carlos | Río Janeiro. |
| Corti, José S. | Mendoza. |
| Corthell, Elmer | New-York. |
| Delage, Yves | París. |
| Fuenzalida, José del C. | Sgo. de Chile. |
| Fontana, Luis Jorge | San Juan. |
| Guignard, León | París. |
| Guimarâes, Rodolfo | Amadora (P.). |
| Gez, J. W | Corrientes. |
| Gjertsen Hjalmar Fredrik | Noruega. |
| Kinart, Fernando | Amberes. |
| Lafone Quevedo, Samuel A. | La Plata. |
| Lillo, Miguel | Tucumán. |
| Luiggi, Luis | Roma. |
| Lugo, Américo | Santo Domingo. |
| Lorin, Henri | Bordeos. |
| Larrabure y Unánue Eugenio | Lima. |
| Morandi, Luis | Villa Colón (U). |
| Moore, Clarence | Filadelfia. |
| Moretti, Cayetano | Milán. |
| Martinenche, Ernesto | París. |
| Moore, John B. | Nueva York. |
| Montané, Luis | Habana. |
| Medina, José Toribio | Sgo. de Chile. |
| Montessus de Ballore | Sgo. de Chile. |
| Nordenskjiold, Otto | Gothemburgo. |
| Nilsen Fhowal | Noruega. |
| Paterno, Manuel | Palermo (It.). |
| Patrón, Pablo | Lima. |
| Porter, Carlos E. | Valparaíso. |
| Pena, Carlos M. de | Montevideo. |
| Poirier, Eduardo | Sgo. de Chile. |
| Pérez Verdia, Luis | Méjico. |
| Prestrud Christian | Noruega. |
| Reid, Walter F. | Londres. |
| Risso Patrón, Luis | Sgo. de Chile. |
| Reiche, Carlos | Sgo. de Chile. |
| Scalabrini, Pedro | Corrientes. |
| Sklodonska, Curie | París. |
| Spegazzini, Carlos | La Plata. |
| Shepherd, Williams R. | Colum. Univer. Nueva York. |
| Tobar, Carlos R. | Quito. |
| Torres Quevedo, Leonardo | Madrid. |
| Uhle, Max | Lima. |
| Villareal, Federico | Lima. |
| Von Ihering, Hermán | San Paulo (B) |
| Volterra, Vito | Roma. |

## SOCIOS ACTIVOS

Acevedo Ramos, R. de.
Adamoli, Pedro A.
Adamoli, Santos S.
Adano, Manuel.
Aguirre, Eduardo.
Aguirre, Pedro.
Alberdi, Francisco.
Alberti Leon.
Albert, Francisco.
Aldunate, Julio C.
Almanza, Felipe G.
Alvarez, Fernando.
Alvarez, Agustín.
Alvarez Raul.
Alvarez, Agustin J.
Alzaga, Federico.
Amadeo, Tomás.
Amoretti, Alejandro.
Anasagasti. Horacio.
Ambrosetti, Juan B.
Anello, Antonio.
Añon Suarez, Vicente.
Angelis, Virgilio de.
Angli, Geronimo.
Aranguren, Juan F.
Aráoz, Alfaro Gregorio.
Arata, Pedro N.
Araya, Agustín.
Arigós, Máximo.
Arce, Manuel J.
Arcansol, Adolfo.
Arce, Santiago.
Arditi, Horacio.
Arroyo, Franklin.
Atarez, Guillermo.
Aubone, Carlos.
Avila, Alberto.
Ayerza, Rómulo.
Aztiria, Ignacio.
Aztiz, Julio M.
Babacci, Juan.
Bado, Atilio A
Bade, Fritz.
Bachmann, Alois.
Ballester, Rodolfo E.
Baldi, Jacinto.
Barabino, Santiago E.
Barbieri, Antonio.
Barilari, Mariano S.
Barzi, Federico P.
Battilana, Perdo.

Baudrix, Manuel C.
Bazán, Pedro.
Bernaola, Víctor J.
Bell, Carlos H.
Bergara, Ulises.
Besio Moreno, Nicolás.
Besio Moreno, Baltasar.
Bialet Laprida, Amado.
Bianchedi, Rómulo.
Biraben, Federico.
Boatti, Ernesto C.
Boeri, Juan A.
Bolognini, Héctor.
Bordenave, Pablo E.
Bosch, Benito S.
Bosch, Eliseo P.
Bosch, Jorge E.
Bosisio, Anecto.
Bonanni, Cayetano.
Bonneu Ibero, León M.
Bonarelli. Guido.
Bosque y Reyes, F.
Botto, Armando P.
Brané, Eugenio.
Breyer Trant, Adolfo.
Breyer Trant, Alberto.
Brian, Santiago.
Briano, Juan. A.
Brindani, Medardo.
Bruch, Carlos.
Broggi, Hugo.
Buadá y Morant, Antonio.
Bunge, Carlos.
Buschiazzo, Juan A.
Bustamante, José L.
Butty, Enrique.
Calvo, Edelmiro.
Cáceres, Dionisio.
Cagnoni, Juan M.
Camaña, Raquel.
Camus, Nicolás.
Canale, Umberto.
Canonica, Mauricio.
Cano, Roberto.
Cantón, Lorenzo.
Carabelli, Juan José.
Carniglia, José.
Carranza, Marcelo.
Cardoso, Ramón.
Carbonell, José.
Carossino, Jacinto T.
Carballo, Raúl.
Carboneschi, Carlos C.
Cartavio, Angel R.
Castellanos, Carlos T.
Castro, Vicente.
Carette, Eduardo.
Castro, Eduardo B.

Claypole, Jorge.
Cerri, César.
Cerdeña, Fernando.
Cilley, Luis P.
Cynalewski, E. S.
Civit, Julio Nilo.
Chanourdie, Enrique.
Chapiroff, Nicolás de.
Chaudet, Augusto.
Chiappe, Leopoldo J.
Chueca, Tomás A.
Clara, Angel.
Clérice, Eduardo E.
Cobos, Francisco.
Cock, Guillermo.
Collet, Carlos.
Collo, José.
Comin, José.
Contin, Diego T. R.
Compte, Riqué Julio.
Correa Morales, Elina G. A. de.
Cornejo, Nolasco F.
Cornejo, Abel F.
Corvalán, Manuel S.
Coronel, Policarpo.
Corti, Emilio A.
Coutaret, Emilio B.
Courtois, U.
Cremona, Andrés.
Cremona, Víctor.
Crinin, Demetrio.
Cuomo, Miguel.
Curutchet, Pedro.
Damianovich, Horacio.
Darquier, Juan A.
Dassen, Claro C.
Dates, Germán.
Debenedetti, José.
Debenedetti, Salvador.
Dellepiane, Luis J.
Deletang, Luis.
Demarchi, Torcuato T. A.
Demarchi, Marco.
Demarchi, Alfredo (hijo).
Delgado, Fausto.
Delgado, Agustín.
Díaz Arana, Juan J.
Delviniotti, Juan.
Doello Jurado, Martín.
Dobranich, Jorge W.
Domínguez, Juan A.
Dorado, Enrique.
Douce, Raimundo.
Dolder, Julio.
Doyle, Juan.
Duhau, Luis.
Dubois, Alfredo F.
Ducros, Pablo.

Duncán, Carlos D.
Durrieu, Mauricio.
Durán, José C.
Durañona, Ricardo.
Edo, Juan Manuel.
Eguia, Máximo.
Eppens, Gustavo.
Elordi, Juan J.
Escudero, W. E.
Escobar, Justo V.
Esteban, Francisco.
Esteves, Luis P.
Etcheverry, Angel.
Faverio, Fernando.
Fernández, Alberto J.
Fernández Díaz, A.
Fernández, Poblet A.
Fernández, Daniel.
Fernández Basualdo, Gerardo.
Ferreyra, Miguel.
Ferrari, Ricardo.
Flores, Emilio M.
Flores, Agustina J.
Fornati, Vicente.
Frank, Paul.
French, Alfredo.
Friedel, Alfredo.
Fumagalli, Arnaldo.
Frumento, Antonio R.
Gainza, Alberto de.
Galtero, Alfredo.
Gallardo, Angel.
Gallardo, Carlos R.
Gallego, Manuel.
Gallino, Adolfo.
Gándara, Federico W.
Garbet, Adolfo.
Garat, Justo V.
García, Carlos A.
García, Jesús M.
Gatti, Julio J.
Gentilini, Pascual.
Gerardi, Donato.
Geyer, Carlos,
Ghigliazza, Sebastián.
Giménez, Angel M.
Girado, Francisco J.
Girado, Alejandro.
Girondo, Juan.
Girado, José I.
Girondo, Rafael.
Girondo, Oliverio.
Godoy, Sebastian.
Gonzáles, Arturo.
González, Joaquín V.
González, Juan B.
González Luján, Nicolás.
González Litardo, Donato.

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

MARZO-ABRIL 1914. — ENTREGAS III-IV. — TOMO LXXVII

ÍNDICE



BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS
684 — CALLE PERÚ — 684

1914

---

## ADVERTENCIA

Los colaboradores de los *Anales*, que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos deben solicitarlo por escrito a la Dirección, la que le dará el tramite reglamentario. Por mayor número de ejemplares deberán entenderse con los editores señores Coni hermanos.

Tienen, además, derecho a la corrección de dos pruebas.

Los manuscritos, correspondencia, etc., deben enviarse a la Dirección **Cevallos, 269**.

*Cada colaborador es personalmente responsable de la tesis que sustenta en sus escritos.*

**La Dirección.**

---

## PUNTOS Y PRECIOS DE SUBSCRIPCIÓN

**Local de la Sociedad, Cevallos 269, y principales librerías**

| | Pesos moneda nacional |
|---|---|
| Por mes | 1.00 |
| Por año | 12.00 |
| Número atrasado | 2.00 |
| — para los socios | 1.00 |

LA SUBSCRIPCIÓN SE PAGA ADELANTADA

**El local social permanece abierto de 3 á 7 y de 8 á 12 pasado meridiano**

# SOBRE ALGUNAS PARÁSITAS FANEROGÁMICAS

## DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

(MEMORIA PRESENTADA AL CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL AMERICANO)

POR CARLOS SPEGAZZINI (1)

---

En este capítulo de botánica me limitaré á tratar las familias de las *Raflesiáceas, Hidnoráceas* y *Balanoforáceas,* dejando á un lado las *Lorantáceas, Mizodendráceas, Orobancáceas, Santaláceas, Eufrásicas Cuscúteas* etc., de las cuales me ocuparé en otra oportunidad.

La familia de las *Raflesiáceas* está representada por un solo género con una sola especie que es la *Pilostyles Berterii* Guill., la cual vegeta sobre diferentes especies de *Adesmia* en toda la región andina desde la cuenca del Atuel hasta la puna de Jujuy, donde fué constatada por diferentes botánicos; esta misma especie fué también hallada en la Sierra de la Ventana sobre una pequeña *Adesmia* particular de la localidad.

La *Pilostyles Berterii* es tan bien conocida y estudiada que no creo conveniente agregar mayores datos referentes á su biología y dispersión geográfica en la República Argentina.

La familia de las *Hidnoráceas* ofrece dos ó tres representantes pertenecientes al mismo género *Prosopanche.* La especie más antigua es la *Prosopanche Burmeisteri* DBy la cual se encuentra distribuída en la Pampa Central, San Luis, Mendoza, San Juan, Catamarca y Salta;

(1) Á pedido del doctor C. Spegazzini, publicamos estos trabajos por él presentados al Congreso del centenenario en 1910. Atento el retardo en la publicación de las memorias presentadas á aquel certamen, hallamos justa la solicitud del autor y las publicamos gustosos. — *La Dirección.*

en una excursión que efectué en el año 1906 en el departamento de Orán en la margen del río San Francisco y al pie de unos grandes *Pacará (Enterolobium timbouba)* encontré abundantes restos de una planta que con toda probabilidad pertenecía á esta especie; en el mismo año hice igual hallazgo en el parque Roca cerca de Tucumán, lo que me hace suponer que el área de la *Prosopanche Burmeisteri* sea mucho más amplia de la que se conoce y que fácilmente se extiende á todo el Chaco y posiblemente hasta las primeras montañas.

En lo referente á la otra especie de *Prosopanche,* la *P. Bonacinai* Speg., me fué indicada la primera vez en el año 1898, durante el cual efectué una jira á lo largo del río Negro; los pocos ejemplares que obtuve y que me sirvieron para la descripción de la especie, eran ya viejos y se hallaban desparramados sobre un banco de arena; efectuando una excavación en dicho banco me encontré con un largo cordón delgado que terminaba en una especie de tubérculo y sospeché que fuera el cuerpo vegetativo de la *Prosopanche;* no he encontrado rastros de parasitismo y la única planta que vegetaba en el banco de arena era la *Chilca (Baccharis salicifolia)* confirmando la aseveración del reverendo señor Bonacina.

Este verano durante el mes de enero hice una exploración del río Blanco del Plata, afluente del río Mendoza, en la precordillera entre Cacheuta y Uspallata; entre los múltiples hallazgos interesantes efectuados, volví á encontrar en los bancos de dicho río la *Prosopanche Bonacinai* en abundancia y al estado fresco; efectuando excavaciones especialmente á lo largo de las pequeñas barrancas donde era más fácil y se podían descubrir mejor las raíces, pude poner á la luz una enorme cantidad de cuerpos vegetativos, los que encontré siempre y constantemente adheridos sobre raíces de plantas pertenecientes á las *Sinanteráceas,* es decir, sobre la *Proustia ilicifolia,* la *Baccharis salicifolia* y la *Hyalis argentea,* faltando absòlutamente todo parasitismo sobre leguminàceas *Prosopis alpataco, Zuccagnia punctata* etc., ni sobre plantas de otras familias, á pesar de que se notaran muchas anastomosis entre las varias ramas del cuerpo vegetativo de la misma *Prosopanche,* convenciéndome entonces de que la *Prosopanche* en cuestión es una especie bien característica y que á diferencia de la primera especie típica descripta, que vive exclusivamente parásita sobre las especies de Leguminàceas, ésta es por el contrario exclusiva para las Compositáceas.

Habiendo recolectado un gran número de ejemplares frescos y en todos los estados de evolución y poco tiempo después, en el mes de

Febrero habiendo también encontrado una enorme cantidad de *Prosopanche Burmeisteri* en todos los estados de crecimiento entre las raíces de los *Algarrobos,* que se crían en la punta del Médano Colorado á orillas del río Bermejo en el lugar llamado Paso de los Puntanos al sudeste de la provincia de San Juan, pude efectuar un estudio comparativo y prolijo de los dos vegetales para descifrar las diferencias morfológicas entre las dos especies que Solms-Laubach en su Monografía de la familia de las *Hidnoráceas* declaraba insuficientes.

Los caracteres diferenciales más salientes son los siguientes:

1° Estatura de la *P. Burmeisteri* tres ó cuatro veces mayor de la *P. Bonacinai ;*

2° Cuerpo vegetativo de la *P. Burmeisteri* de sección pentágona, rara vez exagona ó tetrágona y por lo tanto con cinco líneas longitudinales ventosíferas ; en la *P. Bonacinai* la sección es casi constantemente trígona, rara vez tetrágona, pero con aplastamiento lateral muy marcado, ofreciendo en la mayoría de los casos tres ángulos ventosíferos longitudinales ;

3° El perianto de la *P. Burmeisteri* es casi sesil sobre la hinchazón ovárica, no habiendo contracción notable que separe las dos partes, mientras en la *P. Bonacinai* el periantio se adelgaza suavemente hacia atrás, para transformarse en un tubo más ó menos largo que separa claramente la base del periantio del ápice del ovario ;

4° Las anteras del *P. Burmeisteri* son más confluentes y casi completamente entresoldadas ofreciendo un gran número de surcos longitudinales casi rectos ; en la *P. Bonacinai* las anteras á pesar de comprimirse una contra otra mantienen una cierta independencia en su parte superior y ofrecen un número de surcos polínicos mucho menos abundantes, más finos y más tortuosos ;

5° El estilo de la *P. Burmeisteri* presenta tres estigmas muy salientes triangulares bastante agudos, mientras en la *P. Bonacinai* el estilo termina en un disco obtuso con tres depresiones muy poco marcadas que separan los lóbulos estilares.

Me queda aún por agregar algo relativo al tubérculo encontrado por mí en el Río Negro y que no he encontrado en los ejemplares de río Blanco.

Durante mis excavaciones traté de ir lo más profundo posible ayudado en mi trabajo por la facilidad con la cual las barrancas arenosas se desmoronaban y en estas investigaciones mis esfuerzos al principio resultaron estériles, pero no tardé en encontrar algo que me explicó la formación del tubérculo que iba buscando, pero no en la

parte más profunda constituída de toda arena, sino en la parte superior de la barranca formada por pedregullo mezclado á pedrones; allí entonces volví á encontrar cuerpos tuberiformes, aunque bastante irregulares, no tardando en reconocer en ellos flores que desarrollándose en un punto donde no podían perforar el suelo, por hallarse cubierto por un grueso pedrón basáltico ó granítico, abortaban, cambiaban de forma, transformándose en una especie de grueso esclerocio en el cual desaparecían completamente todas las partes florales externas que algunas veces solían tomar el aspecto de arrugas concéntricas é irregulares.

El fruto en ambas especies está constituído por una baya cubierta de una gruesa cáscara, de color parduzco rojizo, rellena de una carne blanca compacta sembrada de una infinidad de pequeñas semillas globosas lisas y negruzcas; la dehiscencia de este fruto se hace generalmente bajo la forma de un anillo, debido á la putrefacción é hinchazón del cuello estilar que levanta el residuo del periantio y lo hace caer; se forman además unas hendiduras laterales que dejan desnuda la pulpa interna, la cual á la madurez despide un olor intensamente fuerte y agradable de banana aunque tenga un sabor sumamente áspero y astringente que lo hace incomible para el hombre; me han asegurado que esta fruta cocida sobre el fuego pierde ese sabor áspero y se vuelve agradable, pero no lo he comprobado.

En los ejemplares de *P. Burmeisteri* he notado que con mucha frecuencia los rizomas toman una dureza vidriosa y un aspecto resinoide, habiéndolo notado á veces también en ciertas flores, hallándose en muchos casos acompañados por exudaciones de color ferruginoso y que tiene todo la apariencia y los caracteres de un *Kino.*

La fecundación de estas flores se efectúa por moscas muy parecidas á las carniceras y ciertos géneros colepteros del género *Hyster* que parecen alimentarse del polen blanco-amarillento y pulvulento que en tanta abundancia producen los estambres. La diseminación de las semillas la creo más bien obra de los armadillos, pues alrededor de los troncos con *Prosopanche* he visto siempre muchas cuevas de estos animales y sus excrementos contenían gran cantidad de semillas no digeridas.

Una tercer especie debe ser propia de las *Solanáceas* pues he hallado rastros de ella sobre raíces de *Solanum verbascifolium* en los bancos del Bermejo cerca de Orán; por su tamaño y aspecto se acerca mucho á la *Prosopanche Bonacinai.*

La familia de las *Balanoforáceas* ha figurado hasta ahora muy poco

en los cuadros de la Flora Argentina, pero tiene representantes que pertenecen á dos géneros y que son el *Lophophytum Leandri Eichl.*, el *L. mirabile Schott & Endl.* y el *Ombrophytum peruvianum Poep. & Endl.*

La primera especie es sumamente común y abundante en todo el territorio de Misiones y en el Paraguay austro-oriental donde vegeta especialmente sobre las raíces de *Inga* y de *Apuleia*. Su tubérculo de color pardo-obscuro que con frecuencia alcanza el tamaño del puño, á veces aislado, otras veces agrupado, es casi superficial y permanece largo tiempo sin ser visible ocultado por la hojarasca y recién en el período de las lluvias su parte superior, de forma cónica, cubierta de escamas triangulares negras brillantes casi carbonáceas de ápice muy agudo y bordes afilados y ligeramente denticulados, se desarrolla improvisamente produciendo la inflorescencia desnuda tierna, y que por sus colores vívidos llama la atención del viajero; esta inflorescencia cilíndrico-cónica que puede alcanzar hasta 30 centímetros de largo por 3 á 5 de diámetro, en la mayoría de los casos, sólo pone en vista la parte masculina superior de color blanco amarillento, mientras la parte femenina inferior permanece más ó menos cubierta ó envuelta en las hojas caídas. El olor no es desagradable y recuerda el de la miel fermentada, siendo muy visitado por abejas y moscas que desempeñan la función de prónubos.

Concluída la floración, las inflorescencias ó se desecan ó pudren no permaneciendo más que la parte basal con las agrupaciones de semillas de color rojizo-sucio y cuya diseminación está á cargo de los pequeños roedores que habitan la floresta.

La segunda especie, es decir el *Lophophytum mirabile*, es común y abundante en todo el territorio de Orán donde lo he encontrado sobre las raíces de *Piptadenia*, de *Enterolobium* y de *Pithecolobium*; esta especie por todos sus caracteres macroscópicos es muy parecida á la anterior, de la cual sólo se separa por ofrecer pequeñas bracteitas interflorales; sin embargo, se puede reconocer fácilmente de primera vista, pues los tubérculos suelen ser más grandes, más achatados, con toda la parte superior cubierta de escamas más acuminadas y un poquito más grandes; su inflorescencia, que alcanza también de 25 á 30 centímetros, es un poquito más gruesa, ostentando la parte masculina sobresaliente del suelo color yema de huevo, mientras la femenina más ó menos enterrada es de color rojo; el olor es algo repugnante recordando el de la harina ardida.

Himenópteros y dípteros en abundancia acuden á visitar las inflores-

cencias de este curioso vegetal funcionando de prónubos, pero no tengo datos respectivos de los animales encargados de la dispersión de sus semillas.

La tercera especie se cría en las colinas de Ambato en Catamarca viviendo parásita sobre las raíces de diferentes especies de *Baccharis* y *Heterothalamus*. Los tubérculos del tamaño del puño humano crecen á profundidad variable de 5 á 15 centímetros teniendo una consistencia carnosa compacta, blancos y homogéneos en su interior y cubiertos de una cáscara muy delgada lisa y cenicienta al exterior; como crecen en terreno compacto duro y á veces pedregoso, su forma es muy irregular ofreciendo numerosas crestas y hoyos en su periferia.

El punto de inserción es relativamente pequeño y no altera mayormente la superficie del órgano del huésped. Al momento de las lluvias equinocciales, una vez que las aguas han ablandado la tierra, los tubérculos de edad conveniente producen una especie de espolón, obtuso y cilíndrico en su parte superior, que sirve para perforar la tierra, cuyo tamaño varía desde 5 á 15 centímetros por 3 ó 4 de diámetro; una vez que este espolón ha alcanzado la superficie del suelo se parte en la extremidad dejando salir una enorme inflorescencia recta y cilíndrica de 20 á 40 centímetros de largo por 3 ó 4 de diámetro de color blanco-ceráceo sucio que contrasta con el color blanco de la membrana del espolón que permanece envolviendo su base como una calceta.

Esta inflorescencia es blanda y carnosa, simple, obtusa, cubierta en la extremidad de un gran número de escamas casi discoideas pedunculadas que sostiene en su cara inferior numerosas anteras, mientras en la parte media ofrece un número decreciente de apéndices cilindro-cónicos retorcidos cubiertos por una infinidad de pequeños ovarios globosos; estas inflorescencias despiden un olor bastante desagradable y que recuerda al del cuero podrido; son sumamente efímeras y no tardan en desecarse á la superficie mientras su parte interna es rápidamente devorada por las larvas de un hermoso gorgojo rojo.

No tengo datos seguros sobre los prónubos y diseminadores de este vegetal, pues no he visto ningún animal que abundara de un modo sospechoso alrededor del punto donde salían del suelo infinidades de inflorescencias de este curioso vegetal.

## SUBSTANCIAS SEGREGADAS DE LAS PLANTAS

DE LAS

# REGIONES ÁRIDAS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

(MEMORIA PRESENTADA AL CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL AMERICANO)

POR CARLOS SPEGAZZINI (1)

---

Cualquier persona que viaje por las regiones patagónicas ó recorra las provincias andinas, quedará siempre impresionado profundamente por la extraña y característica vegetación de esos parajes que ofrece formas altamente interesantes bajo el punto de vista de la adaptación como también de los medios de lucha contra el ambiente tan desfavorable; el aspecto, el color, el olor, son sumamente parecidos y desde el Estrecho de Magallanes hasta la Puna de Atacama hallará, dentro de ciertos límites, una uniformidad asombrosa á pesar de las diferencias de las familias y de las especies, las cuales todas exteriorizan una misma nota bajo el factor fundamental dominante en esas localidades que es la *sequedad* atmosférica y terrestre.

En esta breve exposición dejaré á un lado todo lo que se refiere á la morfología y me limitaré á comunicar mis observaciones sobre principios preparados por los vegetales para luchar ventajosamente contra la anhidria, substancias que actúan ya sea impidiendo ó limitando la evaporación, ya sea buscando capturar los mínimos rastros de humedad que las brisas suelen transportar.

(1) Á pedido del doctor C. Spegazzini, publicamos estos trabajos por él presentados al Congreso del centenario de 1910. Atento el retardo en la publicación de las memorias presentadas á aquel certamen, hallamos justa la solicitud del autor y las publicamos gustosos. — *La Dirección.*

Antes de entrar á tratar en particular el tema expondré como introducción algunas ideas generales relativas á la vegetación de las regiones antes indicadas. En ellas no encontramos árboles, pues no tan sólo se opone á su crecimiento la carencia de agua suficiente, sino que las mismas regiones pueden considerarse como el verdadero imperio de Eolo cuyos soplos huracanados barren y aprietan contra el suelo todo ser que busque elevarse ó sobresalir de los reparos naturales. La vegetación herbácea anual es sumamente escasa y, fuera de una que otra planta que puebla los bordes de los rarísimos arroyos y ciénagas, se reduce á algunos tipos casi microscópicos y efímeros que prosperan durante una ó dos semanas, en primavera, al momento de derretirse las nieves; estas plantas fuera de su estatura muy limitada y de la brevedad de su período vegetativo como los *Myosurus* y los *Erodium*, no tienen nada de particular que las diferencie de las de la flora ordinaria.

Los vegetales predominantes de estos lugares son perennes pudiendo ser herbáceos ó arbustivos. Las formas herbáceas tienen como esencias principales las gramináceas, entre las cuales los tipos más salientes pertenecen á los géneros *Elymus, Poa, Stipa, Munroa, Scleropogon* etc.; las esencias arbustivas, por lo general enanas, achaparradas contro el suelo, con tendencia á tomar el tipo de *bog,* sólo ofrecen ejemplares algo más elevados en las quebradas y en los cañadones donde las condiciones topográficas brindan abrigos contra las acciones mecánicas de las corrientes atmosféricas; las familias que contribuyen á la formación de esta vegetación son bastante numerosas, pero se nota una supremacía sumamente marcada á favor de las Compositáceas.

Como es bien sabido en todas las regiones donde impera la xerofilía, las plantas ofrecen una rigidez especial de todas las partes, que en condiciones normales suelen ser membranosas, á lo que se agrega una reducción muy notable del tamaño de las hojas, las que á veces desaparecen más ó menos totalmente y por último toman considerable desarrollo las armas defensivas como aguijones y espinas.

En estas mismas plantas son muy frecuentes las secreciones, más ó menos visibles y abundantes, observándose que su cantidad es en relación inversa al desarrollo y á la herbaceidad de los fillomas; en las plantas que conservan sus hojas más ó menos normales, los aparatos secretores se limitan á un vello glanduloso más ó menos abundante *(Madia, Phacelia, Gilia* etc.) ó sino á simples nectarios extranupciales como los estipulares de las *Cristarias,* de las *Loasáceas* etc.

Por el contrario en las plantas cuyo aparato fillomático sufre reducciones más ó menos profundas, el observador no tardará en descubrir la producción de ciertas substancias secretivas peculiares á los vegetales que se han adaptado á condiciones tan desfavorables.

Durante mis múltiples viajes por la región patagonico-boliviana hice muchas veces observaciones respectivamente á estos hechos y me permito comunicar el resumen de los datos acumulados referente á este tópico que creo nuevo y de cierta importancia.

Las secreciones pueden clasificarse en las tres categorías siguientes:

1ª Eflorescencias;

2ª Exudaciones;

3ª Incrustaciones.

Las *Eflorescencias* hasta hoy las he encontrado exclusivamente sobre ciertas pequeñas gramináceas, es decir, sobre la *Munroa Benthamiana,* la *Munroa squarrosa* y la *Triodia acuminata.*

Estas pequeñas plantas rígidas y picantes que suelen formar grandes colonias en los lugares secos y pedregosos (Mendoza, Cacheuta, Potrerillo, Sierra de Pie de Palo, San Juan, Catamarca, Amblaio, Cachi, etc.) en los días más secos y cálidos ostentan ambas caras de sus hojas y hasta la superficie de sus culmos cubiertas de una pelusa tenue y delicada, á veces muy abundante, de color blanquecino y que comunica á las pequeñas matas un aspecto algodonoso muy singular; las mismas plantas observadas temprano por la mañana se hallan de todo desnudas y sin rastro de pelusa, pero que, si el día es seco y lindo, no tarda en formarse aumentando paulatinamente hasta la noche, durante la cual vuelve á desaparecer.

Examinando al microscopio esta pelusa ó eflorescencia la hallamos constituída por una cantidad infinita de pequeños filamentos más ó menos arqueados ó enrollados, incoloros, frágiles, cuya longitud varía de 100 á 500 micrómetros con un diámetro de 1 á 1 1/2 micrómetros; mezcladas á ellos hay un enorme número de partículas terrosas que aumentan su visibilidad y comunican al conjunto un color más ó menos ceniciento.

Por su apariencia microscópica las eflorescencias no se apartan mucho de las secreciones ceráceas que se describen en los diferentes tratados de botánica, pero por sus reacciones microquímicas se separan totalmente de las formas antes mencionadas constituyendo un tipo de secreción que considero desconocido y nuevo.

En efecto, dichas eflorescencias son instantáneamente solubles en agua destilada; se disuelven también con rapidez en ácido acético, son por el contrario insolubles en alcohol etílico concentrado, en acetona, en cloroformo y en sulfuro de carbono; su solución aguosa es de reacción neutra y sin sabor marcado; calentadas, recién acerca de + 100 grados funden y aumentando la temperatura toman color obscuro, se hinchan, concluyendo por dejar un residuo carbonoso que no tarda en desaparecer por combustión completa.

Á pesar de las dificultades, he tentado de recolectar una cierta cantidad de este producto para llevar á cabo análisis completos, pero no pude juntar lo suficiente; he buscado también obtener soluciones concentradas lavando grandes masas de estos pastos con inflorescencias en agua destilada, pero esta solución entró inmediatamente en fermentación desarrollando una enorme cantidad de anhídrido carbónico sin formación de alcohol.

En estas investigaciones fuí válidamente ayudado por los renombrados químicos del Museo de La Plata hermanos Herrero-Ducloux que comparten mi opinión de que esas eflorescencias sean constituídas por un hidrato de carbono, fácilmente perteneciente al grupo de las hexosas.

Las *Exudaciones* son las más abundantes y comunes, hallándose sobre un gran número de plantas pertenecientes á las más diferentes familias acompañadas á veces de reducción foliar, otras veces no siendo aparente dicha reducción mientras se hace manifiesto un aumento proporcional de coriaceidad de las láminas foliares.

Lo que caracteriza las exudaciones es el constituir una especie de barniz sobre todo el aparato foliar y muchas veces sobre las mismas ramitas donde con frecuencia, acumulándose, se suelen formar pequeños nudos ó lágrimas; este barniz segregado por la capa cuticular de la epidermis es seco y brillante cuando la atmósfera carece de humedad, pero apareciendo vapor de agua en el aire todas las partes de las plantas se vuelven viscosas y el barniz se hace delicuescente.

Estas exudaciones parecen ser iguales en todas las diferentes plantas, pues todas despiden el mismo olor característico que perfuma el aire de toda la región patagónico-boliviana y que se expresa con el dicho popular de *olor á coya*, en vista de que los indios bolivianos conocidos con el nombre de *Coyas* despiden constantemente ese olor característico: las exudaciones son todas de color verde-oliváceo parcialmente solubles en agua, muy solubles en alcohol, que por evaporación dejan una pasta amorfa, gomosa, de olor sumamente

fuerte; el tratamiento por el cloroformo, la acetona y el sulfuro de carbono, extrae de la misma planta una resina de color amarillo rojizo que puede ser vulcanizada tomando entonces caracteres muy semejantes á cierto cauchú de calidad inferior y especialmente al de *Gayule.*

Las plantas que mayormente producen estas substancias son las *Jarillas*, es decir, las pocas especies de *Larrea* cuyo representante más austral en la región magallánica es la *Larrea Ameghinoi* y la más nórdica la *Larrea mexicana* de las mesetas califórnicas; estas esencias se pueden tomar como tipo de especificación de la zona fito-geográfica que yo me he limitado en llamar patagonico-boliviana, pero que podría con mucha razón llamarse también patagonico-califórnica ó región de las *Jarillas.*

Siguen á estas plantas por abundancia de exudación el *Oxiosmyles viscosissima* y la *Flourencia viscosa,* los *Lepidophyllum,* las *Grindelia,* los *Baccharis* de la sección *cuneifolia*, las *Gutierresia*, los *Heterothalamus,* las *Fabiana,* ciertas *Nierembergia,* las *Zuccagnia,* etc. etc.

Advertiré, sin embargo, que las exudaciones no son igualmente abundantes en las diferentes localidades pudiéndose verificar que plantas de una misma especie en un punto sean sumamente viscosas, mientras en otro, á pesar de la aparente identidad de condiciones climatológicas, la secreción es nula ó casi; en confirmación de lo que acabo de exponer me viene á la memoria el hecho de haber observado que las *Jarillas (Larrea divaricata* y *L. cuneifolia)* que crecen en los pedregales de los alrededores del pueblo del Carmen del Valle Calchaquí, no tan sólo carecían de toda exudación y viscosidad, sino que sus hojitas se hallaban cubiertas de un vello ceniciento fino y recostado que permitía constituir una variedad *pubescens* bien notable y diferente del tipo común.

Las *Incrustaciones* son propias á los arbustos más elevados de raíces bien desarrolladas y profundas y en las cuales hay ausencia más ó menos completa de las hojas. Las ramas de estas plantas á veces amimbreadas y flexibles, otras veces rígidas cortas espiniformes, ofrecen un color verde intenso y una superficie no muy bien brillante y hasta, á veces, apagada como si estuviera cubierta por un polvisco; este aspecto se conserva idéntico tanto en los días secos como en los húmedos y examinando al microscopio la epidermis de esta planta se nota en toda ella una verdadera hipertrofia de la cutícula que á veces permanece desnuda y otras veces la encontramos cubierta de una delgada capa externa de substancia heterogénea.

Á este grupo pertenecen las plantas que suelen llevar los nombres vulgares de hualanes, retamos, pichanas etc.; entre todas ellas me limitaré á tomar en consideración tres tipos principales:

*a) Hualan blanco* ó *Azar de la sierra (Hualania colletioides)* que ofrece tan sólo una cutícula sumamente engrosada puntuada por criptas estomáticas; esta cutícula se halla completamente embebida de un cuerpo de color amarillento claro soluble totalmente en cloroformo, insoluble en agua, alcohol y acetona, que funde á baja temperatura, despidiendo sólo entonces un ligero olor aromático, no tardando en resinificarse en contacto con el aire; se trata pues de una resina que tiene por objeto impermeabilizar totalmente la epidermis.

*b) Hualan negro* ó *Mata de cebo (Monttea aphylla)* la cual también ofrece cutícula hypertrofiada y criptífera bastante brillante y que á la muerte de las ramas dicha cutícula conservada por los principios que la impregnan y blanqueada por los efectos de los agentes atmosféricos aparece como una acumulación de fragmentos de pergamino colgantes de las ramas muertas ó acumulados al pie de las cepas; son bien conocidos á los indígenas que los juntan para obtener rápidamente el fuego cuando encienden sus fogones. Estos fragmentos cuticulares son casi inodorosó despiden un ligero perfume de ácido benzoico; no abandonan nada ni al agua ni al alcohol, mientras ceden un 25 por ciento de su peso al cloroformo y 20 por ciento al acetona.

La solución clorofórmica por evaporación deja un residuo mantecoso blanco que no tarda en resinificarse, fundiendo á temperatura relativamente baja con emisión de burbujas gaseosas y despidiendo olor aromático *sui generis*, sin cambio de color; se trata con toda seguridad de un estearoptene que recuerda el que existe en gran cantidad en la cáscara de la *Torresea cearensis:* la solución acetónica deja un residuo amorfo pulverulento, de color amarillo pálido, que se funde á temperatura un poco más elevada que la anterior sin desprendimiento de gases.

En el *Hualan negro* no hay rastro de substancia grasa, se trata con toda seguridad de resinas cuyo objeto como en el tipo anterior se limita á evitar la transpiración de la planta y á conservar el tiempo más largo posible el agua absorbida por las raíces;

*c) Retamo (Bulnesia retamo).* Las ramas de esta planta ofrecen un tinte verde-ciniciento, pulverulento apagado y nunca una superficie brillante; las partes más jóvenes bastante jugosas al secarse se arrugan y su superficie se cubre de una substancia pulverulenta blanque-

cina y escamiforme que se separa fácilmente por efecto de la fricción.

Lavando las ramas de esta planta con cloroformo se obtiene un líquido blanquecino muy turbio que por la filtración deja un enorme residuo blanco-ceniciento, pulverulento, amorfo; la solución clorofórnica, filtrada, por evaporación abandona una pequeña cantidad de substancia mantecosa, casi incolora y que sin duda es una grasa, pues produce mancha permanente en el papel ; la acetona extrae tan sólo una pequeñísima cantidad de un principio aromático parduzco y que no tiene ninguna relación con las funciones epidérmicas.

El residuo acumulado sobre el filtro á una temperatura poco inferior de 80° se funde tomando un color obscuro característico y por enfriamiento se solidifica en nódulos de color ceniza obscuro que ofrece pequeños cristales aciculares en su masa; lo más curioso es que estos mismos nódulos en contacto con la humedad atmosférica parece que se hidraten y se van cubriendo de una eflorescencia blanquecina escamiforme muy parecida en su aspecto macro y microscópico al pulvísculo escamoso que hemos indicado aparece sobre las ramitas jóvenes cuando se someten á la desecación lenta y gradual. Sospecho, pues, que se trate de una substancia resinoide especial higroscópica cuyas funciones, parecidas á las de las eflorescencias, creo, sean el apoderarse de los rastros de humedad que pueden flotar en la atmósfera.

Sobre este tema no quiero extenderme, limitándome á exponer las hipótesis que he forjado sobre el papel de las secreciones de las plantas xerófilas:

1ª Las eflorescencias como simples substancias aptas para apoderarse de la humedad atmosférica y permitir la vida al vegetal, sin aparatos hidróforos y de raíces muy cortas, sobre una superficie completamente resecada y donde rarísimas veces pueden obtener agua por los medios normales.

2ª Las exudaciones, propias de plantas que á veces tienen aparatos hidróforos y crecen bastante bajas y tupidas, juegan un doble papel, el de absorber la humedad atmosférica durante la noche para cederla á los órganos vegetativos, mientras de día desecándose y formando costra impiden la transpiración y limitan el gasto de agua acumulada en los tejidos.

3ª Las incrustaciones desempeñan solamente el papel de impermeabilizadores cuticulares, pues parece que no son aptas para sustraer humedad á la atmósfera y se observan sobre plantas de gran desarro-

llo radical que siempre pueden aprovechar los rastros de agua que contienen las capas profundas del suelo.

Bajo el punto de vista económico creo que merecen nuestra atención solamente las exudaciones y las incrustaciones; estas plantas están en vía de rápida desaparición y la causa principal es la abundancia del cuerpo resinoide que las reviste que permite su aprovechamiento aun verdes; su exceso de combustibilidad las hace buscadas y perseguidas por los pabladores de dichas localidades.

Creo, sin embargo, que las resinas y gomo-resinas de todas estas plantas podrían tener fáciles y múltiples aplicaciones técnicas volviéndose de sumo interés como fuente de vida y de bienestar para regiones en las cuales ninguna otra esencia podría desarrollarse, ni prosperar la pastoricia misma.

Estas cortas indicaciones que acabo de hacer espero que despertarán la atención de la juventud estudiosa y que pronto habrá quien no tan sólo ilustrará científicamente la biología vegetal y los problemas químicos de la flora xerófila argentina, sino que hallará nuevos campos para el desarrollo de actividad humana y descubrirá riquezas para los teritorios que parecen desheredados por la naturaleza.

NOTAS Y APUNTES

SOBRE

# PLANTAS VENENOSAS PARA LOS GANADOS

(MEMORIA PRESENTADA AL CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL AMERICANO)

POR CARLOS SPEGAZZINI (1)

Desde los primeros tiempos de mis investigaciones botánicas sobre la Flora argentina tomé apuntes sobre diferentes plantas consideradas como venenosas para las diversas especies de ganados.

La primera que me fué indicada como tal ha sido el *Duraznillo negro (Cestrum parqui)* pues habiendo en diciembre de 1880 efectuado una exploración á los montes australes de la provincia de Buenos Aires conocidos con los nombres de Montes del Tordillo, Montes Grandes, Montes del Real viejo, me acuerdo siempre de la recomendación del baquiano que me acompañaba de que cuando atara mi caballo á algún tronco tuviera la prolijidad de romper todos los gajos de *Duraznillo negro* que estuvieran al alcance del animal para evitar que éste los comiera y el peligro de quedarse de á pie en lugares desiertos, peligrosos y á grandes distancias de las poblaciones.

Durante la misma campaña se me indicó que las *Papas silvestres (Salanum Commersonii)* eran venenosas; que el *Duraznillo blanco (Solanum glaucum)* era un tóxico terrible; que la *Cicuta (Conium macula-*

(1) Á pedido del doctor C. Spegazzini, publicamos estos trabajos por él presentados al Congreso del centenario de 1910. Atento el retardo en la publicación de las memorias presentadas á aquel certamen, hallamos justa la solicitud del autor y las publicamos gustosos. — *La Dirección.*

*tum)* mataba los caballos al por mayor; que los *Romerillos (Baccharis coridifolia, B. artemisioides, Stevia multiaristata)* diezmaban en grande las haciendas; que la *Vara de San José (Nicotiana acutiflora)* destruía las ovejas; que la *Flor de sapo (Jaborosa integrifolia, Hymeranthus runcinatus)* anonadaba los chiqueros etc. etc.; toda una leyenda pavorosa que según las ideas del campesino en cada flor y en cada planta se hallaba inscripta la ruina del rico estanciero y del pobre puestero.

Pocos años después en otra excursión á la parte occidental de la provincia de Buenos Aires, apunté las leyendas de los cardos; el *Cardo de Castilla (Cynara cardunculus)* producía la lengua de palo, el *Cardo asnal (Silybum marianum)* superaba el poder maléfico de los trebolares lozanos produciendo un empaste mucho más fulmíneo y mortal, el *Cardo negro (Cirsium lanceolatum)* cuando no producía la afta era la causa del pietín.

Durante mi estadía posterior en tierras argentinas, apunté una infinidad de otras plantas que se consideraban por los campesinos como venenosas y recordaré entre ellas, los *Cuchos (Nierembergia sp.),* las *Altamisas (Ambrosia sp.),* los *Revienta caballo (Solanum sisymbriifolium,* los *Ajíes cimarrones (Solanum pseudocapsicum),* los *Topasaires (Cephalophora sp.),* los *Quiebra arado (Heimia salicifolia, Vernonia sp.)* y por fin las *Lecheronas (Asclepias sp.)* y las *Pichogas (Euphorbia sp.)*.

Años después, recorriendo las diferentes provincias, aprendí á conocer una infinidad de otras plantas, cuya potencia maléfica según la voz popular, tenía las más raras manifestaciones; así no puedo menos que recordar la terrible *Cegadera (Heterophyllea lanceolata)* que hace perder la vista á los ganados de Tucumán y Salta, el *Mata dientes (Spilanthes sp.)* que hace caer los dientes á los caballos, las *Charrugas (Aristolochia sp.)* que vuelven hidrópicas á las ovejas, los *Hediondillos (Cestrum sp.)* que junto con los *Chamicos (Datura sp.)* impiden el desarrollo de las ovejas en las regiones cálidas, el *Timbó (Enterolobium timbouva)* cuyas frutas constituirían el exterminio de los cerdos silvestres y caseros.

Á pesar de todas estas anotaciones tengo que declarar que nunca he visto un animal enfermo ó muerto por consumo de alguna de las esencias tóxicas antes mencionadas. En este lapso de tiempo aparecieron algunas publicaciones sobre los cuerpos que contenían las plantas tóxicas y entre ellas recordaré el trabajo del doctor Echegaray sobre la *Nierembergia hippomanica* y del doctor Arata sobre la

*Baccharis coridifolia*, trabajos que venían á confirmar las hipótesis populares.

En el año 1900, el primero de la fundación del Ministerio de Agricultura, hablando con el entonces Director de las divisiones de agricultura y ganadería señor don Ronaldo Tidblon, convenimos en la necesidad de llevar á cabo algunas verificaciones de la pretendida toxicidad de gran parte de las plantas que acabo de mencionar. Para este objeto preparé un establo especial en los fondos de mi casa y adquirí caballos, bueyes, ovejas, cabras, conejos, que debían servir para los experimentos, y al mismo tiempo fuí recorriendo los campos, especialmente en la provincia de Buenos Aires, en busca de las esencias que se consideraban como tóxicas.

Estos experimentos duraron un año y el resultado fué completamente contrario á toda previsión, pues si las plantas eran tóxicas verdaderamente, los animales no las comían de ningún modo, ni puras ni íntimamente mezcladas con otras esencias forrajeras: más bien roían las maderas del pesebre y morían de hambre. Los únicos resultados reales que pude constatar fueron que el *Laurel Rosa (Nerium oleander)* es bastante apetecido por los vacunos pero sumamente mortal aun en pequeñas dosis. El *Sunchillo (Pascalia glauca)* no fué aceptado de ninguna manera por los animales en experimento, exceptuándose las cabras, las que no tardaron en perecer con fenómenos de intoxicación aguda. En cuanto al célebre *Romerillo verdadero* ó *Mio-mio (Baccharis coridifolia)* mantuve con él los animales durante casi un mes, notando tan sólo una fluidez de vientre en los primeros días; el *Chucho* de la provincia de Buenos Aires *(Nierembergia rigida)* con ó sin flor, fué administrado en la proporción de varios kilos sin resultado; el célebre *Duraznillo negro,* que tanto trabajó me había dado en mi primer viaje á Ajó, fué consumido en gran abundancia por toda clase de ganado y en todos períodos de vegetación sin obtener el menor rastro de intoxicación.

Los resultados tan mezquinos de mis experimentos me volvieron muy pronto escéptico y hasta concluyeron por aburrirme tanto que determiné suspenderlos. La convicción que me había hecho era de que los animales no comen plantas que sean verdaderamente venenosas, defendidos por una intuición propia, y que los poquísimos casos en los cuales pudiera tener lugar el envenenamiento, podría considerarse como una verdadera excepción y debidos á causas puramente accidentales.

Más tarde diferentes autores trataron el tema de algunas plantas

venenosas y muchos de ellos pretendieron haber obtenido resultados plenamente concluyentes, á lo menos en lo que se refiere al *Mio-mio.*

El año pasado en la *Revista de ganadería y agricultura,* que tan dignamente dirige el profesor Ligniéres, di á conocer una planta venenosa, á lo menos durante cierto período de su vida, y que es la *Hymenoxys Tweedi ;* algunos meses después me fueron denunciados casos de envenenamientos producidos por el *Johnson-grass (Sorghum halepense)* en la provincia de Santa Fe ; por fin, á principios de este año me trajeron muestras de una gramimácea *(Chloris distichophylla)* que había producido la muerte de numerosos vacunos ; y por fin hasta tallos y hojas de *Maíz* que, habiendo sido muy talado por la langosta y por lo tanto entregado al pastoreo de vacas, habían causado la muerte de una gran cantidad de animales.

El hecho de la toxicidad del *Johnson-grass* no me era nuevo, pues sabía que desde años se había descubierto un glucosido cianídrico en esta planta ; la *Chloris* no tardó en confirmar su toxicidad demostrando que la parte venenosa se limitaba á las inflorescencias que contenían un glucosido cianídrico; por fin el *Maíz,* muy invadido por la *Puccinia maydis,* demostró que la toxicidad se limitaba á las ramas laterales jóvenes y tiernas y que habían brotado bajo la influencia de la tala de las langostas, siendo el veneno también un glucosido cianídrico.

Este conjunto de hechos en gran parte contradictorios me había llenado de confusión, no sabiendo en realidad si estaba en presencia de plantas tóxicas por sus principios innatos ó si debían su toxicidad á algún parásito ocasional, como parece demostrado para los casos del *Lolium temulentum* y de la *Festuca Hieronymi.*

Reconsiderando un día mis experiencias sobre la *Hymenoxys Tweedi,* la constatación del glucosido cianídrico tan sólo durante la primera época de vegetación me hizo reflexionar seriamente. Me vino á la memoria entonces también que los tubérculos de las papas normalmente inofensivos se vuelven tóxicos en el momento que empiezan á brotar, hallándose la substancia venenosa limitada á las yemas y á los brotos durante el primer período de crecimiento, pues los tallos de esta solanácea son completamente inofensivos cuando se hallan en plena vegetación.

Se agregó un tercer hecho : en el jardín botánico de la Facultad de Agronomía de La Plata tenía cultivadas unas matas de *Baccharis coridifolia :* en ocasión de la Exposición de agricultura tuve que extirparlas para ponerlas en macetas, sufriendo para esta operación un

corte total de las partes aéreas; pero la mata era robusta y no tardó en retornar con fuerza echando una infinidad de ramitas nuevas aun amarillentas y tiernas.

Me vino entonces la inspiración de ensayar si los retoños de este *Romerillo* fueran inocuos, como había constatado varias veces para las ramitas y hojas de la copa que había hecho cortar; el resultado fué admirable, pues dichos retoños resultaron sumamente tóxicos para toda clase de animales herbívoros. Esta constatación fué la que iluminó mi cerebro é inmediatamente sometí al descabezamiento varias viejas matas del inocente *Duraznillo negro,* las cuales inmediatamente me proporcionaron una notable cantidad de brotos tiernos y jugosos, aun etiolados, y que á su vez resultaron poderosamente tóxicos.

Soy contrario de emitir hipótesis generales y me limito, por lo tanto, á la constatación de los hechos que nos hacen saber que muchas plantas normalmente inocuas, y muchas veces hasta forrajeras útiles durante el período de brotación, contienen en sus yemas y turiones substancias venenosas que tienen por objeto proteger los órganos tiernos y jugosos contra las asechanzas de sus enemigos, hasta tanto que crecidos y endurecidos puedan mecánicamente evitar ó tolerar sin grandes perjuicios los ataques.

Creo poder agregar que en la mayoría de los casos las substancias tóxicas son glucosidos que actúan en parte como material de reserva y en parte como tóxico defensivo efímero y que desaparecen en breve período.

Opino, pues, que las plantas bajo el punto de vista toxicológico se pueden dividir en tres grandes categorías :

1ª *Plantas constantemente tóxicas : a)* en todas sus partes como el *Laurel rosa (Nerium oleander),* el *Pesegueiro bravo (Prunus sphaerocarpa),* los *Chamicos (Datura stramonium, D. metel, D. tatula),* el *Sunchillo (Pascalia glauca)* el *Duraznillo blanco (Solanum glaucum)* etc.

*b)* en algunas de sus partes, como flores ó frutos : *Altramuces, Porotos del Perú, Alverjillas,* la *Choris* etc.

2ª *Plantas parcialmente venenosas,* pudiéndose ó su vez subdividir en :

*a)* Plantas ocasionalmente venenosas como la *Digital* (*Digitalis purpurea)* las cuales son tóxicas en estado silvestre y se vuelven inocuas por la cultura.

*b)* Plantas temporariamente venenosas como el *Johnson-grass (Sorghum halepense),* el *Maíz (Zea mays),* la *Hymenoxys Tweedi,* las papas *(Solanum tuberosum),* el *Mio-mio* ó *Romerillo (Baccharis coridifolia),*

el *Duraznillo negro (Cestrum palque)* etc., las cuales son venenosas sólo en el momento que inician la vegetación.

*c)* Plantas parasitariamente tóxicas como el *Joyo (Lolium temulentum)*, el *Pasto tembladera (Festuca Hieronymi)* etc., las cuales son tóxicas solamente cuando se hallan invadidas por algún parásito específico.

3ª *Plantas constantemente inocuas* las cuales carecen en todos los lugares, en toda época de vegetación y en todas sus partes de substancias venenosas.

En la primera subdivisión de la segunda sección podrían incluirse como plantas ocasionalmente venenosas las que adquieren este carácter por absorber y acumular en sus tejidos ciertas substancias tóxicas, que retiran del suelo, como sucedería para ciertas gramináceas de Norte América, las que normalmente inocuas se transforman en venenosas cuando crecen sobre terrenos que contienen sales de bario, que se acumulan en sus tejidos actuando como veneno una vez introducidos en el organismo del animal poiófago.

De las plantas pretendidas tóxicas de la República Argentina quedan muchas aún que estudiar, bajo este punto de vista, para saber donde colocarlas; me limitaré á recordar algunas como los *Chuchos,* las *Flores de sapo,* los *Quiebrarado* etc.

Con esto daré por terminada esta corta comunicación, pero con ella espero haber despertado el interés tanto de los hombres de ciencia como el de los hombres de trabajo práctico, para que guiados por mis humildes ensayos repitan y multipliquen los experimentos para confirmar las verdades ó descubrir los errores que hubiera podido cometer; me permito también recordar que no deben limitarse á ensayar las plantas tóxicas sobre una sola clase de animales, puès cada especie tiene una tolerancia ó una incompatibilidad más ó menos profunda para tal ó cual principio venenoso, limitándonos á recordar el bien conocido hecho del perejil para los loros.

# LAS DERIVADAS SEGUNDAS

CON RESPECTO AL TIEMPO

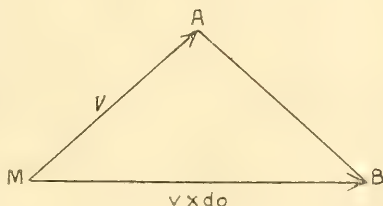
# EN LA CINÉTICA QUÍMICA

## Y LOS FALSOS EQUILIBRIOS QUÍMICOS

---

Los químicos hablan á cada rato de velocidades de transformación ó reacción. Ahora bien, en todos los fenómenos naturales cuando aparece la noción de velocidad, en seguida interviene, si se trata de velocidad variable, la idea de aceleración y de *velocidad adquirida.*

En efecto, es sabido que si MA representa el vector velocidad $v$ á la época $t$, y MB el mismo vector á la época $t + dt$, el vector AB es por definición la velocidad adquirida durante el instante $dt$. Ya sé que se trata en esta definición del movimiento de un punto M en una trayectoria, ó sea de la cinética clásica, de esta mecánica tan maltratada desde hace algunos años, y en química no se consideran por lo general tales movimientos sino cuando intervienen la cinética y la dinámica moleculares.




Pero esta intervención, los energetistas precisamente se niegan á admitirla, porque quieren hacer descansar la ciencia de los fenómenos naturales únicamente en la termodinámica. No tengo dificultad en reconocer los servicios que prestó la energética á las ciencias físicas y á la química especialmente, pero mi opinión al respecto (1)

(1) *Las teorías físicas y los límites del conocimiento científico.* Conferencias orga-

es más bien ecléctica, lo que significa que no me parece razonable excluir el mecanismo de las teorías físicas como lo exigen desapiadamente Duhem y Ostwald, por ejemplo.

Por otra parte, si los energetistas se niegan á tener en cuenta alguna los movimientos moleculares ¿ por qué y cómo hacen intervenir en química la noción de velocidad, y hasta de velocidad variable como la de reacción ?

Si admiten que se trata de una velocidad verdadera representada por la derivada de cierta función con respecto al tiempo, y si esta derivada no conserva un valor constante ; si además, como lo hace Duhem, hablan de aceleración, ó sea de las variaciones de aquella velocidad ¿ cómo explicar que rechacen sin consideración á toda velocidad adquirida ? ¿ Cómo proclaman también sin vacilar que en química no se puede hablar de derivada segunda con respecto al tiempo ? (1).

Confieso que á primera vista encontré en esta manera de ver una contradicción indudable, que trataré de poner en evidencia en la presente memoria ; por esto quise explicármela y es el resultado de mis reflexiones al respecto, que me propongo dar á conocer á mis lectores.

Para ello tendré que recordar primero con la mayor brevedad posible cómo Duhem fué llevado á defender la tesis aludida, al estudiar los falsos equilibrios químicos y los fenómenos de viscosidad y frotamiento (2).

Siendo bastante difícil é ingrata la lectura de las obras escritas sobre el tema por el eminente físico, en razón de la complicación extrema de las hipótesis y de los cálculos, me parece conveniente dar primero una síntesis rápida de la teoría de Duhem que nos enseñará cómo puede llegar á rechazar la existencia de toda *velocidad adquirida* en la cinética química.

nizadas por la Sociedad Científica Argentina. *Anales* de la misma Sociedad, tomo LXXVI, páginas 253, 289 y siguientes.

(1) Véase la memoria del doctor Horacio Damianovich, *Sobre algunos problemas de cinética química. Anales de la Sociedad Química Argentina*, tomo I, página 289.

(2) *Théorie dynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques*, por P. Duhem, Hermann, 1896. Véase también la *Mécanique chimique* del mismo autor.

# I

## SÍNTESIS DE LA TEORÍA DE DUHEM

### A. — *Falsos equilibrios químicos*

Partiendo de la termodinámica, encontramos en seguida un principio clásico que domina la noción de todo equilibrio: *éste se desplaza cuando varía la temperatura.*

Ahora bien, aquel principio, en muchos casos, *está en contradicción con la experiencia.*

En efecto, en virtud del principio del trabajo máximo, sólo una reacción exotérmica puede verificarse directamente, y nunca una reacción endotérmica, cuya realización necesita el concurso simultáneo de otra reacción que desprenda más calor de lo que absorbe la primera.

Pero, en virtud del desplazamiento del equilibrio con la temperatura, la oposición entre las dos clases de reacción puede caracterizarse en otra forma: las combinaciones exotérmicas se verifican directamente á temperaturas bajas y se descomponen espontáneamente á temperaturas elevadas; al contrario las combinaciones endotérmicas se descomponen directamente á temperaturas bajas y se forman espontáneamente á temperaturas elevadas.

Tomemos, pues, una combinación exotérmica, por ejemplo la del oxígeno con el hidrógeno que se verifica con un desprendimiento de calor considerable, é imaginemos que se calienta bajo volumen constante ó presión constante un sistema que contenga á los elementos gaseosos del agua.

Según la ley del desplazamiento del equilibrio, á temperatura baja la mayor parte del gas ha de encontrarse en el estado de vapor de agua, y, á medida que sube la temperatura, la cantidad de vapor de agua tiene que ir disminuyendo.

Ahora bien, la experiencia nos enseña que, á temperatura inferior al rojo obscuro, un sistema compuesto con las tres clases de moléculas, oxígeno, hidrógeno y vapor de agua, permanece en estado perfecto de equilibrio y recién á una temperatura vecina del rojo obscuro, los dos gases entran á formar una combinación.

Duhem cita otros ejemplos (1) en que se verifica la misma contradicción con las previsiones fundadas en la ley del desplazamiento del equilibrio. Se puede, por otra parte, definir aquella del modo siguiente :

1° Cuando la termodinámica clásica hace prever la imposibilidad para un cuerpo de experimentar una modificación dada, lo que significa que ha de estar en equilibrio, aquella modificación no puede realizarse experimentalmente y el cuerpo queda en equilibrio ;

2° Pero cuando la termodinámica prevé que, en ciertas condiciones, habrá modificación, sucede á menudo que ésta no se verifica, ó sea que el sistema permanece en equilibrio, por más que las condiciones en que se encuentre habrían de llevarlo á una transformación según la termodinámica.

Duhem llama *falsos equilibrios químicos* á los que se pueden realizar experimentalmente, aunque la termodinámica los declare imposibles.

Los *equilibrios verdaderos,* al contrario, son los que prevé la termodinámica y siempre se pueden realizar efectivamente.

### B. — *Analogía entre los falsos equilibrios químicos y los equilibrios mecánicos debidos al frotamiento*

Un principio admitido universalmente consiste en que las leyes de la mecánica racional se aplican á los sólidos naturales, siempre que se tenga en cuenta el frotamiento en su forma más general, ó sea las rugosidades y deformaciones.

Gibbs manifestó una opinión análoga en lo que se refiere á los falsos equilibrios químicos. Según el gran físico norteamericano, las diferencias notables señaladas por estos fenómenos entre los resultados experimentales y las previsiones de la termodinámica se pueden explicar en razón de la sencillez exagerada que se atribuye á los sistemas ficticios considerados como si fuesen cuerpos reales ; pero aquellas divergencias pueden desaparecer si se da mayor complicación al sistema abstracto sujeto á las fórmulas generales de la termodinámica.

Duhem está conforme en cuanto á la explicación de varios falsos

(1) *Loc. cit.*, página 3 y siguientes.

equilibrios químicos, por ejemplo el atraso de la condensación del vapor de agua comprimido, la sobrefusión de un líquido, el atraso de la transformación de una forma cristalina en otras, etc. Pero no admite que todos los falsos equilibrios pueden explicarse de este modo, por más que lo haya admitido antes (1).

En vez de adoptar este método que parece muy racional, prefiere más bien examinar si las leyes de la mecánica y termodinámica clásicas son, como las de la geometría, *consecuencias lógicas de hipótesis que no dan lugar á ninguna duda.*

Ahora bien, si se considera á las leyes de la mecánica y termodinámica clásicas como fundadas en hipótesis arbitrarias, Duhem admite que nos encontramos autorizados á abandonar estas últimas y completar las ecuaciones adoptadas por lo general mediante nuevos términos que permitan darnos cuenta de ciertos fenómenos antes inexplicables. Por otra parte, á fuer de energetista, Duhem considera la mecánica como un ramo particular de la termodinámica clásica, y ésta descansa sobre una hipótesis arbitraria que llamaré la hipótesis H: *cuando se da el estado de un sistema, las acciones externas que pueden mantenerlo en equilibrio en aquel estado son perfectamente definidas por ciertas ecuaciones que expresan las condiciones del equilibrio.* Pero nada nos impone la necesidad de admitir esta hipótesis, y si la abandonamos, se pueden introducir en las leyes de la mecánica y termodinámica elementos correctivos que de otro modo quedarían excluídos, lo que nos permitirá explicar los fenómenos de los falsos equilibrios químicos.

En esto consiste el punto de partida de la teoría de Duhem.

### C. — *Viscosidad y frotamiento*

El gran físico de Burdeos opina que la elección de las hipótesis, en cuanto al frotamiento, ha de determinarse mediante el estudio de la viscosidad. Un líquido es viscoso cuando las ecuaciones de la hidrodinámica ya no están conformes con los resultados experimentales.

Pero, por lo general, los sabios que han estudiado la cuestión se limitaron á introducir en estas ecuaciones términos complementarios debidos á la intervención de ciertas acciones moleculares, ó bien atribuyeron la viscosidad al frotamiento ú otras causas de disipación de la energía.

(1) Duhem, *Introduction à la mécanique chimique,* Gand, 1893, ch. XII, §§ 4 y 5.

Ahora bien, después de estudiar la viscosidad (1) Duhem pasa al estudio del frotamiento y busca, desde este punto de vista, las consecuencias de la hipótesis H, base de la termodinámica clásica aplicada á los equilibrios.

Supongamos un sistema independiente de los cuerpos exteriores que tenga la misma temperatura absoluta T en cada uno de sus puntos. Designemos por:

$$\alpha \,.\, \beta \,.\, \gamma \ldots \lambda$$

$n$ variables *normales* que, juntamente con T, definen el estado del sistema, y por U, función de las mismas, la *energía interna* del sistema. Habrá un potencial termodinámico H ligado con la entropía S por la relación:

$$\text{H} = \text{TS} - \text{U} \tag{1}$$

La función H (2) depende de las variables $\alpha$, $\beta$, ... $\lambda$, T y por otra parte goza de las propiedades siguientes:

1ª La energía interna U está ligada con H por la relación:

$$\text{EU} = \text{H} - \text{T}\frac{d\text{H}}{d\text{T}} \tag{2}$$

siendo E el equivalente calorífico;

2ª Las ecuaciones del movimiento puestas en la forma de Lagrange son:

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{A} + \dfrac{d\,(\text{W} - \text{H})}{d\alpha} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{d\text{W}}{d\alpha'} + f_\alpha = 0 \\[2ex] \text{B} + \dfrac{d\,(\text{W} - \text{H})}{d\beta} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{d\text{W}}{d\beta'} + f_\beta = 0 \\[2ex] . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \\[2ex] \text{L} + \dfrac{d\,(\text{W} - \text{H})}{d\lambda} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{d\text{W}}{d\lambda'} + f_\lambda = 0 \end{array} \right.$$

siendo W la fuerza viva del sistema, A, B, C, ... L las acciones exteriores, $f_\alpha, f_\beta \ldots f_\lambda$ las acciones de viscosidad, y $\alpha'$, $\beta'$, $\gamma'$ ... $\lambda'$ las

(1) *Loc. cit.*, 1ª parte, página 17 y siguientes. Elimino esta parte, pues me parece suficiente seguir el desarrollo de la teoría de Duhem, respecto al frotamiento, para no dar á esta síntesis demasiada extensión.

(2) Esta función H es la función característica de Massieu, la *energía libre* de Helmholtz y el potencial termodinámico á volumen constante de Duhem.

derivadas con respecto al tiempo de las variables normales $\alpha, \beta, \gamma \dots \lambda$.

En virtud de una serie de transformaciones de que me parece conveniente prescindir, Duhem acaba por dar á las ecuaciones (3) la forma siguiente:

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l} \mathcal{A} - \Phi_a + J_a + \varphi_a = 0 \\ \mathcal{B} - \Phi_b + J_b + \varphi_b = 0 \\ \mathcal{C} - \Phi_c + J_c + \varphi_c = 0 \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \mathcal{L} - \Phi_l + J_l + \varphi_l = 0 \end{array} \right.$$

siendo $\mathcal{A}$. $\mathcal{B} \dots \mathcal{L}$ funciones de las acciones externas: A, B, ... L de la forma siguiente:

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} \mathcal{A} = \mu'_{11}A + \mu'_{12}B + \dots + \mu'_{1n}L \\ \mathcal{B} = \mu'_{21}A + \mu'_{22}B + \dots + \mu'_{2n}L \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \mathcal{L} = \mu'_{n1}A + \mu'_{n2}B + \dots + \mu'_{nn}L \end{array} \right.$$

en que los coeficientes $\mu$ son las derivadas respecto al tiempo de las $n^2$ cantidades:

$$\mu_{11}, \mu_{12} \dots \mu_{nn}$$

determinadas en función de las variables normales $\alpha, \beta \dots \lambda$ y de las $a, b, c \dots l$ por las relaciones:

$$(6) \quad \left\{ \begin{array}{l} \delta_a = \mu_{11}\delta\alpha + \mu_{12}\delta\beta + \dots + \mu_{1n}\delta\lambda \\ \delta_b = \mu_{21}\delta\alpha + \mu_{22}\delta\beta + \dots + \mu_{2n}\delta\lambda \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \delta_l = \mu_{n1}\delta\alpha + \mu_{n2}\delta\beta + \dots + \mu_{nn}\delta\lambda \end{array} \right.$$

Por otra parte las funciones $\Phi$ son definidas mediante las relaciones:

$$(7) \quad \left\{ \begin{array}{l} \Phi_a = \mu'_{11} \dfrac{dH}{d\alpha} + \mu'_{12} \dfrac{dH}{d\beta} + \dots + \mu'_{1n} \dfrac{dH}{d\lambda} \\ \Phi_b = \mu'_{21} \dfrac{dH}{d\alpha} + \mu'_{12} \dfrac{dH}{d\beta} + \dots + \mu'_{2n} \dfrac{dH}{d\lambda} \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \end{array} \right.$$

Por último las J son dadas por:

$$(8)\quad \left\{\begin{array}{l} J_a = \mu'_{11}\left(\frac{dW}{d\alpha} - \frac{d}{dt}\frac{dW}{d\alpha'}\right) + \dots + \mu'_{1n}\left(\frac{dW}{d\lambda} - \frac{d}{dt}\frac{dW}{d\lambda'}\right) \\ J_b = \mu'_{21}\left(\frac{dW}{d\alpha} - \frac{d}{dt}\frac{dW}{d\alpha'}\right) + \dots + \mu'_{2n}\left(\frac{dW}{d\lambda} - \frac{d}{dt}\frac{dW}{d\lambda'}\right) \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{array}\right.$$

y las $\varphi$ por:

$$(9)\quad \left\{\begin{array}{l} \varphi_a = \mu'_{11}.f_\alpha + \mu'_{12}.f_\beta + \dots + \mu'_{1n}.f_\lambda \\ \varphi_b = \mu'_{21}.f_\alpha + \mu'_{22}.f_\beta + \dots + \mu'_{2n}.f_\lambda \\ \dots\dots\dots\dots \end{array}\right.$$

Como ya se ve, los energetistas no temen las complicaciones en las fórmulas, por más que reprochen á los mecanistas el abuso del análisis matemático.

Así planteadas las ecuaciones del movimiento en la forma (5), Duhem se preocupa de examinar lo que pasa si se abandona la hipótesis arbitraria H que tiene el propósito de desechar.

Siendo las ecuaciones (5) una consecuencia de esta hipótesis, ya quedarán sin fuerza, y se podrán substituir por otras más generales mediante una hipótesis nueva.

Pero, por lo pronto, se introduce una restricción esencial, ó sea otra hipótesis preliminar, admitiendo que *el sistema está formado por un cuerpo continuo, ó si presenta superficies de discontinuidad, que las partes limitadas por ellas están soldadas la una con la otra.*

Ya admitida esta hipótesis genuinamente energetista, se añade la hipótesis *fundamental* que es la siguiente:

*Existe una función uniforme H de las variables $\alpha, \beta, \gamma \dots \lambda$, T ligada con la energía interna U por la relación (2) ya aceptada:*

$$EU = H - T\frac{dH}{dT}$$

*y también $n^2$ funciones $\mu_{11}, \mu_{12} \dots \mu_{nn}$ de las variables $\alpha, \beta, \gamma \dots \lambda$ cuyo determinante es diferente de cero.*

*Estas funciones son de tal naturaleza que, á cada instante del movimiento del sistema, se tenga las relaciones:*

$$(10)\qquad \begin{cases} A - \Phi_a + J_a + \varphi_a + g_a \dfrac{a'}{|a'|} = 0 \\ B - \Phi_b + J_b + \varphi_b + g_b \dfrac{b'}{|b'|} = 0 \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ L - \Phi_l + J_l + \varphi_l + g_l \dfrac{l'}{|l'|} = 0 \end{cases}$$

*en que las cantidades* $A, B \dots L, \Phi_a, \Phi_b \dots J_a, J_b \dots \varphi_a, \varphi_b \dots$ *tienen la significación más arriba definida, siendo* $g_a, g_b \dots g_l$ *funciones que dependen :*

*1° De la temperatura T del sistema;*

*2° De las variables* $\alpha, \beta \dots \lambda$ *que definen á éste;*

*3° De las acciones externas A, B ... L que experimenta el mismo;*

*4° De las velocidades* $\alpha', \beta' \dots \lambda'$.

*Además, las funciones g no tienden á cero por lo general cuando* $a'$, $b' \dots l'$ *tienden á este límite, sino á valores finitos* $\gamma_a, \gamma_b \dots \gamma_l$ *que son á su vez funciones de las variables :*

$$T . \alpha . \beta . \gamma \dots \lambda$$

$$A . B \dots L$$

*y por último satisfacen á las desigualdades :*

$$(11)\qquad g_a \leq 0, \qquad g_b \leq 0 \dots g_l \leq 0.$$

Esta es la hipótesis, que se clasificaría difícilmente entre las más sencillas, mediante la cual Duhem justifica la introducción en las ecuaciones (4) del movimiento, consecuencias de la hipótesis H que quiere desechar, de los términos adicionales de la forma :

$$g_a \frac{a'}{|a'|}$$

en que $|a'|$ designa el valor absoluto de $a'$.

No tengo el propósito, ni mucho menos, de penetrar aquí en el detalle de los cálculos ni en el desarrollo matemático de esta teoría, fundada, como se ve, en hipótesis bastante complicadas, arbitrarias y numerosas.

Me bastará primero mostrar los resultados que se obtienen acerca

de la influencia de los frotamientos sobre los cambios de estado de un sistema sometido á una presión externa normal y uniforme (1).

Duhem empieza por el estudio de un sistema cuando se toma la presión por variable independiente y admite que este sistema está formado por dos masas homogéneas $M_1$, $M_2$. Para definir el estado intervienen los volúmenes específicos $v_1$, $v_2$ y otras variables $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ ... $\lambda$ que determinan el estado físico y químico, $M_1$ y $M_2$ pudiendo ser funciones de estas variables.

En cuanto á las acciones exteriores, se reducen á la presión normal y uniforme P.

Si V es el volumen total del sistema, se tiene :

$$V = v_1 M_1 + v_2 M_2. \tag{12}$$

Introduzcamos además la nueva hipótesis de que las *modificaciones principales* del sistema dependen :

1° De las variaciones $\delta v_1$ $\delta v_2$;

2° De $n$ funciones lineales y homogéneas $\delta a$, $\delta b$ ... $\delta l$ de las variaciones $\delta\alpha$, $\delta\beta$ ... $\delta\lambda$ (6); y también que *se puede despreciar* la viscosidad y el frotamiento relativos á las modificaciones $\delta v_1$, $\delta v_2$, y por último LAS VARIACIONES DE LA FUERZA VIVA Y POR CONSIGUIENTE LAS FUERZAS DE INERCIA.

En estas condiciones se puede introducir otra función $\mathcal{H}$ que depende de las variables P, $\alpha$, $\beta$ ... $\lambda$, T y demostrar que, si no hubiera frotamiento, se tendría la condición siguiente para el estado de equilibrio :

$$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} = 0, \qquad \frac{d\mathcal{H}}{d\beta} = 0, \ldots \frac{d\mathcal{H}}{d\lambda} = 0 \tag{13}$$

mientras que, al contrario, si hay frotamiento, se tiene para la misma condición :

$$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha}\frac{d\alpha}{dt} + \frac{d\mathcal{H}}{d\beta}\frac{d\beta}{dt} + \ldots + \frac{d\mathcal{H}}{d\lambda}\frac{d\lambda}{dt} < 0. \tag{14}$$

Estos resultados se refieren, como lo dijimos más arriba, al caso de la presión tomada como variable independiente.

Después Duhem considera el caso en que el volumen total se toma como variable independiente.

De deducción en deducción, concluye diciendo que, si el potencial

(1) DUHEM, loc. cit., página 89.

termodinámico es H, la condición de equilibrio con frotamiento tiene por expresión en este caso:

$$(15) \qquad \frac{dH}{d\alpha}\frac{d\alpha}{dt} + \frac{dH}{d\beta}\frac{d\beta}{dt} + \dots + \frac{dH}{d\lambda}\frac{d\lambda}{dt} \leq 0.$$

Partiendo de estos resultados, da principio á su estudio de los falsos equilibrios químicos, y supone otra vez que se trata de un sistema bajo presión constante, pero para simplificar las fórmulas, admite que las variables que definen físicamente y químicamente el estado del sistema se reducen á una sola $\alpha$.

En estas condiciones y *sin frotamiento,* la ecuación de equilibrio se reduce á:

$$(16) \qquad \frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} = 0,$$

siendo $\mathcal{H}$ función de P, $\alpha$ y T solamente.

Ahora, si la presión P es constante, las tres variables se reducen á dos, $\alpha$ y T, siendo $\alpha$ á su vez función de T.

Por lo tanto, si se toma T por abscisa y $\alpha$ por ordenada, la ecuación (16) será la de una curva que definirá el equilibrio para cada valor de la variable independiente T; á esta curva Duhem le da el nombre de *línea de los equilibrios verdaderos bajo presión constante P.*

Ahora bien, si el frotamiento no es nulo con respecto á $\alpha$, con las ecuaciones del movimiento aumentadas cada una con el término complementario:

$$g_\alpha \frac{\alpha'}{|\alpha'|}$$

se obtiene la condición del equilibrio:

$$(17) \qquad \frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} - \varphi - g\frac{\alpha'}{|\alpha'|} = 0$$

en la que $H$ es función de P, $\alpha$, T y $\varphi$ función de P, $\alpha$, T, $\alpha'$.

Sea $\gamma$ el límite de $g$ que es forzosamente negativo, cuando $\alpha$ tiende á cero, la condición de equilibrio en razón de una consecuencia deducida de una hipótesis anterior que no expresé para no complicar demasiado esta síntesis sumaria, se expresará por la doble desigualdad siguiente:

$$(18) \qquad \gamma \leq -\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} \leq -\gamma$$

lo que significa:

$$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} + \gamma = 0 \qquad (19)$$

$$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} - \gamma = 0 \qquad (20)$$

Estas ecuaciones, si P es constante, representan pues á las condiciones del equilibrio del sistema, y también á dos curvas.

Por otra parte, si no hubiese frotamiento, la *estabilidad* del estado de falso equilibrio tendría por expresión:

$$\frac{d^2\mathcal{H}}{d\alpha^2} > 0$$

siendo $\mathcal{H}$ función de P, $\alpha$ y T.

Aquí Duhem introduce la nueva hipótesis de que *esta última desigualdad se verifica en todo el campo de los valores de las variables,* y saca de eso las consecuencias siguientes:

1ª Á una temperatura y bajo una presión dadas, existe un solo estado de equilibrio verdadero, la ecuación:

$$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} = 0$$

función pura de $\alpha$, no pudiendo por su naturaleza admitir más de una raíz;

2ª Aquel estado está sometido á la ley del desplazamiento de equilibrio por variación de la temperatura y presión. Si por ejemplo, á temperatura y presión constantes, á partir de un estado de equilibrio verdadero, un incremento de la variable $\alpha$ determina *absorción de calor,* la curva de los equilibrios verdaderos se levanta de una manera continua de la izquierda á la derecha, y lo contrario se verifica cuando un incremento de $\alpha$ entraña un *desprendimiento de calor;*

3ª Siendo la función $\gamma$ *esencialmente negativa,* la curva que corresponde á la ecuación (19) se encuentra íntegra arriba de la de los equilibrios verdaderos;

4ª Por la misma razón, la curva que corresponde á la ecuación (20) se encuentra en totalidad abajo de la de los mismos equilibrios verdaderos;

5ª Todo punto de la faja comprendida entre estas dos curvas (19) y (20) representa un estado de equilibrio del sistema, pues en tal

punto las condiciones (18) son verificadas. Duhem da á esta faja el nombre de *región de los falsos equilibrios,* y la curva de los equilibrios verdaderos SE ENCUENTRA EN TOTALIDAD EN AQUELLA REGIÓN;

6ª En cuanto á la región debajo de la curva que corresponde á la ecuación (20), no comprende ningún punto que represente á un estado de equilibrio del sistema, lo que significa que en aquella región se tiene:

$$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} < 0$$

y la expresión:

$$\varphi + g \frac{\alpha'}{|\alpha'|}$$

ha de ser también negativa; por otra parte, es de signo contrario al de $\alpha'$, luego:

$$\alpha' + \frac{d\alpha}{dt}$$

ha de ser *positiva* en la misma región, lo que significa que allí el sistema se va modificando de tal modo que $\alpha$ vaya aumentando;

7ª Al contrario, en la región ubicada arriba de la curva que corresponde á la ecuación (19) el sistema se modifica de modo que $\alpha$ vaya disminuyendo. Duhem llama á la región que se extiende debajo de la curva (20) *región de combinación,* y á la ubicada arriba de la curva (19) *región de disociación,* dando á la faja intermediaria el nombre de *región de los falsos equilibrios,* en la cual siempre se encuentra la curva de los *equilibrios verdaderos.*

## D. — *Velocidad de reacción*

Veamos ahora cómo, partiendo de los resultados anteriores, Duhem considera á la velocidad de reacción.

En la *región de combinación* se tiene:

$$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} - \gamma = 0 \tag{21}$$

de donde:

$$\alpha' = \frac{d\alpha}{dt} > 0 \tag{22}$$

En la *región de disociación* se tiene:

(23) $$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} + \gamma = 0$$

de donde:

(24) $$\alpha' = \frac{d\alpha}{dt} < 0$$

Por último, en la *región de los falsos equilibrios,* comprendida entre las dos curvas, se tiene:

(25) $$\alpha' = \frac{d\alpha}{dt} = 0$$

siendo la *velocidad de reacción* $\frac{d\alpha}{dt}$.

Tomemos, pues, el sistema en condiciones tales que $\frac{d\alpha}{dt}$ sea diferente de cero. Entonces $\mathcal{H}$, $\varphi$ y $g$ son funciones de P, $\alpha$, T y $\alpha'$, y se tiene:

(26) $$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} - \varphi - g\frac{\alpha'}{|\alpha'|} = 0.$$

Si se trata de un punto de la *región de combinación,* siendo $\alpha'$ *positiva,* la relación (26) se convierte en:

(27) $$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} - \varphi - g = 0.$$

Si al contrario, el punto está en la *región de disociación,* siendo $\alpha'$ *negativa,* se convierte en:

(28) $$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} - \varphi + g = 0.$$

Si queremos determinar la velocidad de transformación del sistema á una época dada, hay que examinar primero si las condiciones iniciales del sistema ubican el punto correspondiente en la región de combinación ó en la de disociación, y, según el caso, es preciso recurrir á la una ó á la otra de las dos relaciones anteriores.

Aquí Duhem introduce nuevas hipótesis. Ya sabemos que la función $g$ tiende á un límite finito y negativo $\gamma$ cuando $\alpha'$ tiende á cero. Ahora bien, la primera hipótesis introducida consiste en admitir que *$g$ no depende de $\alpha'$.* Por otra parte, la función $\varphi$ se anula con $\alpha'$ y su signo es siempre distinto del signo de esta derivada.

Otra hipótesis es la de que se tiene siempre:

(29) $$\varphi(P, \alpha, T, \alpha') = \Phi(P, \alpha, T)\,\alpha'$$

siendo $\Phi$ otra función esencialmente negativa.

Duhem añade que estas hipótesis son *las más sencillas* que se puedan hacer acerca de la naturaleza de las funciones $g$ y $\varphi$; que, por otra parte, están verificadas sin duda ninguna mientras queda pequeño el valor absoluto de $\alpha'$, y por último que *los progresos de la física experimental podrán un día enseñarnos si se verifican también cuando aquel valor absoluto es grande* (1).

Con lo que antecede, se puede sacar de las relaciones (27) y (29) para el valor de $\frac{d\alpha}{dt}$ *en toda la región de combinación:*

(30) $$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} - \gamma}{\Phi} = \alpha'$$

siendo las tres funciones $\mathcal{H}$, $\gamma$ y $\Phi$ dependientes únicamente de P, $\alpha$, T, y para el de la misma derivada en toda la *región de disociación:*

(31) $$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} + \gamma}{\Phi}$$

Resulta de (30) que $\frac{d\alpha}{dt}$, positiva en la *región de combinación,* tiende á cero cuando el punto representativo del estado del sistema tiende á la curva cuya ecuación es:

$$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} - \gamma = 0$$

y que separa aquella región de la de los *falsos equilibrios químicos.*

Resulta también de (31) que de $\frac{d\alpha}{dt}$, negativa en la *región de disociación,* tiende á cero cuando el punto representativo tiende á la curva definida por la ecuación:

$$\frac{d\mathcal{H}}{d\alpha} + \gamma = 0$$

que separa dicha región de la de los falsos equilibrios.

Tal es en resumen la teoría de Duhem.

(1) DUHEM, loc. cit., página 129.

### E. — *Conclusión*

De ella saca la consecuencia de que el movimiento del sistema, cuya explicación se funda sobre un sinnúmero de hipótesis arbitrarias, es muy diferente del que podría prever la cinética clásica.

No hemos de olvidar que la base fundamental de la teoría de Duhem consiste en no tener en cuenta las *variaciones de fuerza viva y por consiguiente las fuerzas de inercia.*

Sea lo que sea, tiene por resultado final que la velocidad de transformación $\frac{d\alpha}{dt}$ se encuentra definida del todo á una época dada cuando se conoce *el estado del sistema y las acciones externas que lo solicitan.* Al contrario, si se tienen en cuenta las variaciones de la fuerza viva y las fuerzas de inercia, hay que determinar $\frac{d^2\alpha}{dt^2}$ y para esto es necesario conocer además el valor de $\frac{d\alpha}{dt}$ ó sea la velocidad de los diferentes puntos del sistema á la misma época.

Con esta manera de ver, un sistema sometido á la acción de una fuerza exterior puede llegar á un estado de equilibrio bajo la acción de dicha fuerza con una velocidad finita, y entonces empieza por salvar dicho estado como un péndulo que, mientras va oscilando, pasa por la posición vertical.

Al contrario, con la teoría de Duhem « un sistema que se acerca á una posición de equilibrio tiene seguramente una velocidad que tiende á cero; si llega á alcanzarlo, será con una velocidad nula y allí permanecerá. No tenemos aquí ninguna analogía con lo que en lenguaje común se llama *velocidad adquirida* » (1).

## II

### RESUMEN Y DISCUSIÓN

Aunque se admitan toda la teoría y todas las hipótesis de Duhem, no veo por lo pronto por qué deberíamos prescindir de toda velocidad

(1) Loc. cit., página 130.

adquirida. En la región de combinación y en la de disociación la velocidad de reacción varía, pues tiende á cero, y si va variando á medida que el punto representativo tiende hacia la región de los falsos equilibrios, ha de existir una aceleración, y por consiguiente, una velocidad adquirida. Si dicha aceleración se anula con la misma velocidad cuando el punto se acerca á aquella región, esto no me parece sino una consecuencia del frotamiento y viscosidad.

Para recurrir á la imagen del péndulo de que se vale Duhem, si dicho péndulo oscila en un ambiente bastante viscoso, su velocidad tomará muy pronto el valor cero, hasta antes de haber alcanzado su posición verdadera de equilibrio, ó sea la que corresponde á la vertical, y se detendrá en una posición que se podría llamar falso equilibrio análogo al de un cuerpo grave rugoso en un plano inclinado también rugoso. ¿De tal resultado habría que concluir que la teoría del péndulo no es cierta? Por mi parte al contrario veo en el hecho señalado una confirmación de aquella teoría.

Lo que se desprende de las observaciones anteriores se resume en ésto, que en química como en física ó en mecánica aplicada por lo general, hemos de tener en cuenta el papel importante que desempeñan el frotamiento y la viscosidad en todos los fenómenos naturales y no me doy cuenta cabal *a priori* del por qué algunos falsos equilibrios no se pueden conciliar con la hipótesis fundamental de la termodinámica clásica que á Duhem le parece imprescindible desechar; tampoco comprendo por qué hemos de admitir que la introducción de la viscosidad y frotamiento no se puede ajustar á la teoría energética sino con el auxilio de las hipótesis tan numerosas y complicadas en que se funda la de Duhem. Por último no veo por qué es imprescindible que la curva de los equilibrios verdaderos se encuentre en la región de los falsos equilibrios y no me parece demostrado que el equilibrio verdadero no se pueda alcanzar como sucede por lo general, ó sea mediante una serie de oscilaciones que se van achicando alrededor de la posición final.

Sea lo que fuere, vemos que la energética nos ofrece, en el caso actual, un campo de operaciones de los más complicados para el fundamento de una teoría explicativa que no tiene otro mérito que el de llegar á la explicación deseada de ciertos equilibrios falsos, y parece haber sido ideada precisamente con el único objeto de alcanzarla. Ahora bien, es sabido que mediante un número suficiente de hipótesis, se puede siempre conseguir la explicación de un fenómeno cualquiera. Pero este no es el papel que han de desempeñar las teorías físi-

cas : no sirven únicamente para explicar lo que ya nos reveló la experiencia, sino que deben ser fecundas y facilitar la previsión ; y la de Duhem, por lo que yo sepa, no ha permitido aún prever la existencia de falsos equilibrios que la experiencia no nos había revelado antes y que hayan sido confirmados después experimentalmente. Conforme á las ideas que expuse ya en otra parte respecto á las teorías físicas, opino que quizá sería preferible en este caso valernos del mecanismo molecular y de la teoría cinética de los gases. Es bien sabido en efecto, que la observación de los movimientos nos pone en condiciones, cuando la viscosidad es dada, de determinar la estructura molecular y viceversa. Una fórmula fundamental de Einstein expresa esta relación y da la energía media del movimiento desordenado que toma el sistema en función del cuadrado medio del impulso debido á los choques moleculares y de la viscosidad, ó coeficiente de proporcionalidad de la resistencia viscosa á la velocidad que toma el sistema.

Desde otro punto de vista hay que averiguar la legitimidad de la hipótesis de Duhem que consiste en no tener en cuenta las variaciones de la fuerza viva y las fuerzas de inercia.

Esta idea la manifiestan varios energetistas y parece que la toman como una consecuancia de la conclusión de Duhem, « de que en los fenómenos químicos no se encuentra nada de análogo á lo que expresan en el lenguaje vulgar las palabras *velocidad adquirida*».

Comprendo aquella conclusión como consecuencia de que se excluyen de los sistemas químicos toda variación en la fuerza viva y todas fuerzas de inercia, pero entiendo mucho menos el motivo que tiene esta exclusión. Es evidente que, mediante ella, desaparece la velocidad adquirida; ahora bien ¿ se puede partir de la inexistencia de esta velocidad así probada para deducir de esta inexistencia la exclusión de las fuerzas de inercia ?

Tal razonamiento no sería sino un círculo vicioso ó petición de principio : para admitir la conclusión es menester que las premisas sean justificadas, y no veo en ellas sino meras afirmaciones.

En resumidas cuentas todo descansa en el hecho de que la hipótesis fundamental que llamé la hipótesis H, no permite explicar todos los fenómenos de equilibrio químico.

Esta contradicción la atribuye Duhem á la termodinámica clásica, porque para los energetistas la mecánica no es sino un ramo particular de aquella ciencia. Sin este exclusivismo ¿ no sería más sencillo considerar á la mecánica misma como responsable de aquella contradicción y tratar de modificarla en este punto, del mismo modo que ya

experimentó correcciones en varias ocasiones desde hace unos quince años á esta parte? ¿No vimos primero fundarse la *mecánica nueva de Lorentz con el principio de relatividad* y después la de los átomos de energía y de acción bajo el nombre de teoría de la radiación de Planck? ¿Esta última mecánica á su vez no es *nueva* con respecto á la ya algo anticuada de Lorentz? Si pues esta pobre mecánica clásica ha sido ya el objeto de tantos ataques ¿por qué vacilaríamos en darle otros golpes si la necesidad se impone?

Examinemos, pues, las ventajas que ofrecería esta táctica comparada con la de Duhem. Este sabio tiene el propósito de introducir correcciones en las fórmulas que expresan las leyes del equilibrio, por medio de funciones numerosas é hipótesis más numerosas aún, lo que lo lleva á la negación de toda velocidad adquirida en los fenómenos químicos, siempre que se rechacen las variaciones de la fuerza viva y por consiguiente las fuerzas de inercia. Ahora bien, si la fuerza viva no varía, no puede haber sino velocidades constantes, siempre que se considere la velocidad en la forma de una derivada con respecto al tiempo. Pero el mismo Duhem en otra parte admite la idea de aceleración y hasta la de inercia en los fenómenos químicos; además acepta la variación de la velocidad de reacción en las regiones que llama de combinación y disociación.

Si el concepto común de frotamiento y viscosidad introducido en las ecuaciones de la mecánica clásica bajo la forma de términos complementarios no da cuenta satisfactoria de todos los falsos equilibrios, ¿no será porque se prescinde completamente de todos los fenómenos moloculares que sin embargo han de desempeñar un papel muy importante en los fenómenos químicos? Pues me parece difícil que los mismos energetistas, en el estado actual de la ciencia, sigan negando la existencia real de los átomos.

Ahora bien, si la mecánica clásica fué el objeto de muchos ataques, los golpes que la hirieron siempre le fueron dados en el campo de la mecánica atómica, cuando intervienen velocidades ó fuerzas de un orden de magnitud mucho mayor que el de las mismas cantidades en los sistemas mecánicos prácticamente realizables.

Ya hace varios años los físicos se dieron cuenta, desde el punto de vista de los fenómenos moleculares, de la importancia del papel que ha de desempeñar en estos estudios la antigua teoría cinética de los gases que los energetistas creían olvidada para siempre en la profundidad del sepulcro.

En todas partes, en todos los institutos científicos del mundo, se

trabaja con ardor para devolver á aquella teoría todo el vigor de que disfrutaba en la época de Maxwell y Boltzmann.

Á mi parecer allí encontraremos el camino más seguro.

Cuando la teoría electrónica demostró que la masa varía con la velocidad, si ésta es del orden de la velocidad de propagación de la luz, dió á la mecánica clásica el golpe mortal en cuanto á su aplicación á los fenómenos moleculares, y la termodinámica de Duhem, cuyo ramo particular es la mecánica, resultó herida también. Ya con la teoría cinética de los gases el principio de Clausius, que no es sino una generalización del principio de Carnot, no tiene otro valor que el de una probabilidad estadística.

Confieso que, hasta ahora, el principio de energía ha salido indemne; será quizás porque ninguno se atrevió á darle el primer golpe.

¿Por qué nos negaríamos á admitir en estas condiciones que la teoría cinética pudiese introducir en las ecuaciones del equilibrio uno ó varios términos complementarios debidos no sólo á la viscosidad, sino también *á otra cosa?* ¿Por qué esta cosa que no ha de figurar cuando se trata por ejemplo del movimiento del péndulo en un ambiente viscoso, no podría intervenir cuando se trata de los movimientos y fuerzas moleculares muy diferentes, como es sabido, de las fuerzas y movimientos que nos es dado realizar?

No quiero insistir más por el momento; tuve el propósito único de enseñar á mis lectores el camino que podría tal vez llevar á una explicación mecánica de los falsos equilibrios químicos y evitar las conclusiones muy extrañas de los energetistas, entre los cuales figura R. Marcelin (1).

Por otra parte me propongo volver á este tema de una manera más detenida en otro artículo, pero me parece que antes tendré que estudiar desde el punto de vista cinético la influencia de la presión y temperatura sobre la velocidad de reacción (2).

CAMILO MÉYER.

(1) Véase la memoria de este químico sobre *Mécanique des phénomènes irreversibles à partir des données thermodinamiques. Journal de chimie physique,* tomo IX, página 402. Mayo 1911.

(2) Llegué á la misma conclusión en un artículo anterior. Véase *Anales de la Sociedad Científica Argentina,* tomo LXXVII, página 49.

# SUR QUELQUES POISSONS COMESTIBLES DU CHILI

## ET DESCRIPTION D'UNE ESPÈCE NOUVELLE (1)

PAR LE PROF. CARLOS E. PORTER
Directeur du Musée d'histoire naturelle de Valparaiso ; délégué du gouvernement, de la Société scientifique du Chili et de l'Académie royale des sciences de Madrid

---

Monsieur le président: messieurs :

La Société scientifique du Chili ayant été invitée à prendre part à ce grand tournoi scientifique, a accordé d'y concourir, en me confiant l'honneur de la représenter.

Comme il ne m'a pas été possible, autant à cause de mon insuffisance que de l'exigüité du temps, étant donné mes nombreuses occupations, de préparer un travail qui soit digne de ce congrès, j'ai dû, cependant, manifester, en même temps que mes sincères remercîments à la corporation qui m'a confié sa délégation, ma bonne volonté, en polissant au moins quelques notes que j'ai réunies depuis trois ans, se référant surtout à la systématique de quelques poissons chiliens sur lesquels j'ai eu l'occasion de faire des descriptions nouvelles et brèves, ainsi que de recueillir des mesures et des renseignements zoogéographiques, dans mon désir de contribuer avec mon grain de sable à la connaissance d'une classe de vertébrés qui presente une grande importance économique, à cause du grand nombre d'espèces comestibles qu'elle contient.

(1) Travail présenté au Congrès scientifique international américain, tenu à Buenos Aires, au mois de juillet 1910.

## I

### INTRODUCTION

Avant d'entrer dans la description des espèces, objet primordial de cette étude, il n'y aura pas de mal à ce que je présente un bref aperçu de ce qui s'est fait au Chili en matière d'ichthyologie descriptive (les études de portée biologique étant à peine initiés), en mentionnant en même temps les travaux les plus importants publiés à l'étranger et qui contiennent des descriptions d'espèces appartenant à mon pays.

Les premières descriptions de poissons chiliens se trouvent dans les œuvres de l'Abbé Molina et de Cuvier et Valenciennes.

Le premier, dans son *Abrégé de l'Histoire naturelle du Chili* (1782) a décrit 8 genres refermant 11 espèces (1); et les seconds, dans l'*Histoire naturelle de Poissons* (1828-1849), donnent également la description de nombreuses formes de ce pays que Guichenot, collaborateur de Gay, a reproduite, avec des légères variantes ou quelques renseignements nouveaux, dans le tome II (1848) de la partie zoologique dans son *Histoire physique et politique du Chili.*

Depuis la publication de cette œuvre fondamentale sur la faune et la flore chiliennes, il s'est publié un grand nombre de travaux résultant des études pratiquées pendant les remarquables voyages scientifiques qui ont eu lieu, les uns le long de notre litoral, d'autres sur les côtes enchevêtrées des régions magellaniques et de la Patagonie occidentale, du groupe d'îles de Juan Fernandez, etc.

Il nous suffira de rappeler, à ce sujet, les mémorables explorations de Wilkes (1838-1842), des bateaux Eugénie (1851-1853), Novara (1857-59), Magenta, de la Nassau (1866-69), de l'Alert, du Challenger, de la Romanche, du Belgica et les voyages plus récents des docteurs Michaelsen et Plate.

Au Chili même, le docteur Rodolphe-Armand Philippi, qui a traité toutes les branches de l'histoire naturelle, s'est également occupé d'étudier nos poissons.

(1) Bien entendu, les genres décrits par Molina ne concordent pas avec les données d'aujourd'hui.

En 1897, un naturaliste distingué, Mr. Edwin C. Reed, a publié dans les *Annales de l'Université du Chili,* la première liste de poissons chiliens avec désignation des espèces.

Mais c'est sans aucun doute au docteur Federico Teobaldo Delfin à qui il appartient d'avoir réuni, dans ces derniers temps, le plus de travaux d'ensemble, pendant la période où, étant donné ses connaissances spéciales, j'eus, comme directeur du Musée de Valparaiso, l'occasion de lui confier la mise en ordre de notre riche collection due — en sa plus grande partie — à ses contributions tout-à-fait désintéressées, à l'époque de son service officiel à bord comme chirurgien de la marine.

Qu'il me soit, donc, permis de faire, ici, une courte parenthèse pour dédier un pieux souvenir à la fructueuse existence du premier ichthyologiste chilien.

Né à Valparaiso il y a 58 ans (1855), il fit son baccalauréat au Lycée de ce port et termina ses études classiques à l'Institut national, d'où il passa à l'Université du Chili pour y suivre le cours de médecine, ayant pour condisciples beaucoup de médecins qui figurent aujourd'hui parmi les plus distingués soit dans l'exercice de la profession, soit dans l'enseignement supérieur.

En 1881, il fut promu Chirurgien de la marine, occupation qu'il conserva jusq'à mi mai de l'année 1903, époque à laquelle il entreprit, sur mon insinuation, de dédier son activité aux travaux du Musée de Valparaiso.

Pendant l'épidémie du choléra en 1887 il rendit à la ville des services très importants.

L'humanité est redevable au docteur Delfin de beaucoup de bienfaits.

C'était une nature droite et un ami loyal. Il y aurait bien des choses à dire sur les belles qualités de ce noble cœur qui fut toujours prêt à servir les bonnes causes.

Je l'ai connu il y a bien des années, de sorte qu'étant donnée la circonstance de nos mêmes préférences scientifiques il n'est point rare qu'une naturelle sympathie nous ait conduit à la plus étroite amitié.

Depuis que nous nous sommes connus nous prîmes spontanément et d'un commun accord la détermination d'effectuer des excursions zoologiques et botaniques dans la province de Valparaiso, si peu connue surtout au point de vue des Arthropodes, ainsi qu'en témoignement les nombreuses espèces nouvelles dont les descriptions ont été

déjà publiées et beaucoup d'autres qui sont encore en étude. Jusqu'au mois de mai de l'année 1903, nous n'avons pu faire ces excursions ensemble qu'en profitant des peu de jours que les bateaux de la marine sur lesquels il faisait son service restaient dans notre port. Mais pendant les derniers années nous entreprenions ces agréables courses en compagnie de notre commun ami, un jeune et studieux avocat, en même temps que naturaliste distingué, M. Albert Edwards Vives.

Quand j'ai eu la grande satisfaction de connaître le docteur Delfin, celui-ci avait déjá formé une très nombreuse collection d'insectes chiliens et accompli des explorations scientifiques, en sa qualité de naturaliste, dans diverses commissions hydrographiques. Le Musée de Valparaiso acquît son importante collection en 1902.

Doué d'une patience non facile à trouver, Delfin était parvenu à réunir non seulement l'immense majorité des coléoptères qui habitent sur la longue étendue de notre territoire, mais encore avait-il trouvé le temps et le loisir de rassembler, pour un grand nombre d'espèces, des renseignements précieux sur leur genre de vie, ainsi qu'il me le fit voir il y a des années. Ses excursions aux fleuves Paléna et Riñihué (dans la province australe de Llanquihué) furent très fructueuse pour la connaissance de la faune et de la flore de ces régions. Il rapporta de nombreux exemplaires des différentes classes du règne animal, collectionnés pour le Musée de Valparaiso, et je dois ajouter que la moitié, au moins, des espèces de poissons connus qui habitent la mer sur notre côte et qui étaient représentées dans nos collections m'avaient été envoyées par cet intelligent savant.

A la époque où il m'a été donné de fonder ma *Revista chilena de historia natural,* en 1897, une des premières personnes que j'engageai à m'aider dans la campagne de propagande scientifique que j'avais entreprise fut le docteur Delfin, qui accepta avec enthousiasme mon invitation et commença à y collaborer dés le tome deuxième.

Aussitôt que le musée confié à ma direction devint étroit pour contenir, en permettant de les étudier et de les conserver, les précieux matériaux accumulés grâce aux efforts dévoués du docteur Delfin et d'un nombre considérable d'autres personnes s'intéressant à la Science et auxquelles je suis redevable d'importantes contributions, je me fis un devoir d'intercéder auprès du gouvernement national afin d'obtenir pour mon excellent ami, la création d'un emploi en le désignant comme chef de la section botanique et après deux ans d'insistances appuyées en haut lieu, je parvins à me faire écouter.

Considérant que personne n'était mieux appelé que Delfin pour remplir ce poste, étant donné sa vaste préparation et son grand enthousiasme, j'eus la satisfaction de le lui offrir et il accepta volontiers, bien qu'en ce faisant, il vit diminuer sa rente. Il justifia ainsi, un fois de plus, que pour qui aime la science en elle-même il n'est point question de percevoir quelques monnaies de plus ou de moins; le tout est de pouvoir travailler plus tranquillement, et à l'ami Delfin, qui avait déjà tant observé la nature, il ne manquait plus — pour mettre en ordre ses nombreuses notes — que de faire la vie de laboratoire, d'avoir en main des œuvres de consultation, etc.

Le docteur Delfin excellait surtout — ayant fait des études sur la nature même et avec une passion sans pareille — dans le royaume de l'ichthyologie, préférence pour laquelle j'eus l'occasion de lui confier, en sus, l'étude et la classification des poissons pour le Musée de Valparaiso. Naturellement après son décès, bien déplorable et bien regretté, je repris, personnellement et de mon mieux, la section qui lui était confiée, ayant à soigner, à part de l'Administration générale, la direction de la section zoologique.

Delfin avait commencé son précieux labeur au Musée quand une violent péritonite vint l'enlever en moins de trois jours.

Il a laissé avec leur classification exacte et parfaitement conservés un grand nombre d'exemplaires de poissons, ayant commencé, en outre l'arrangement ordonné des herbiers que j'étais parvenu à réunir pendant les six années qui ont précédé l'entrée du docteur Delfin au musée.

Le feu ayant détruit (en août 1906) le Musée de Valparaiso qui, grâce à Delfin et à d'autres chefs et officiers distingués de la marine nationale, était arrivé à posséder une enviable collection ichthyologique, il faudra déployer beaucoup d'activité pour doter à nouveau notre musée des immenses richesses, en poissons, que renferment nos régions marines.

Le docteur Delfin a publié divers travaux sur ses voyages scientifiques, sur les insectes et tout spécialement sur les poissons.

Dans plusieurs de ses études il s'est servi de gravures illustratives faites en reproduction des photographies prises sur les exemplaires frais et préparés sous sa direction immédiate pour la description des espèces nouvelles.

Il a été aussi le créateur du genre *Cilus* pour l'espèce connue sous la dénomination générale de corbine (de Chiloé à Talcahuano) qu'il baptisa sous le nom de *Cilus Montti*.

Le docteur Delfin était déjà bien connu et considéré de la part des savants d'Europe et des Etats-Unis qui s'occupent d'ichthyologie, auxquels il adressait des travaux très intéressants recevant, en échange, des œuvres de la plus haute valeur, qui lui servirent à former une magnifique bibliothèque spéciale qu'il posédait sur la science ichthyologique; et il avait inverti pas mal d'argent à ses propres dépens pour leur préparation scientifique.

Les savants naturalistes docteurs R. A. Philippi et Filibert Germain (du Chili), M. de Régimbart et M. Flatiaux (d'Evreux), M. Bouvier et M. Simon (de Paris) lui ont dédié des espèces nouvelles de la flore et de la faune du Chili. L'orateur eut également l'honneur de lui dédier un intéressant Crustacé *(Idotea delfini)* découvert par lui à Coquimbo.

Les publications del docteur Delfin se trouvent éparses dans la *Revista de marina,* dans les *Actes de la Société scientifique du Chili* et dans la *Revista chilena de historia natural* qui le comptait déjà parmi ses collaborateurs permanents.

Ses travaux les plus importants sur l'ichthyologie sont : son catalogue des poissons chiliens où il donne de nombreux renseignements sur 251 espèces et un étude sur les congres du Chili. Le décès du savant naturaliste Delfin, survenu le 22 juin 1904 comporte pour la Science nationale, la Société scientifique du Chili et très spécialement pour le Musée d'histoire naturelle de Valparaiso la perte d'un serviteur des plus dévoués.

En 1886 le docteur Clodomiro Pérez Canto a décrit quelques squales (connus populairement sous le nom de chiens de mer), et ce n'est que récemment que le jeune naturaliste M. Luis Castillo a commencé à s'occuper de la biologie des vertébrés.

Quant aux études se rapportant à la pêche, nous n'en connaissons que trois : une, due à la plume de vice-amiral Luis Uribe Orrego, une seconde du capitaine de Vaisseau don Luis Pomar et celle de M. B. Wolnitzky, préparée pour l'exposition de Buffalo, formant la troisième.

Pour terminer cette brève introduction nous reproduirons pour ceux qui peuvent s'y intéresser, deux catalogues méthodiques des travaux connus sur les poissons de nos mers : lé premier comprenant les études publiées dans le pays même; nous nous bornons à la transcrire d'une de nos œuvres inédites, que nous avons eu l'avantage et l'honneur de présenter à ce congrès et dans le second nous détaillons les principaux travaux publiés à l'étranger et dans lesquels il est fait mention d'espèces chiliennes.

## II

## BIBLIOGRAPHIE

### 1. *Travaux publiés au Chili*

Boulenger (G. A.), *Les perches des eaux douces du Chili. Actes de la Société scientifique du Chili,* t. IV, pp. 8-17. 1894.

Delfin (Fed. T.), *Nuevo pez para la fauna de Chile. (Centriscus fernandezianus),* publicado en la *Revista chilena de Historia natural,* t. III, pp. 75-78. 1899.

Id., *Descripción de un nuevo traquínido chileno. (Nototenia Porteri),* publicado en la *Revista chilena de Historia natural,* t. III, pp. 107-120. 1899.

Id., *Lista metódica de los peces de la bahía de Concepción y sus alrededores,* publicado en la *Revista chilena de Historia natural,* t. III, pp. 176-178. 1899.

Id., *Nota ictiológica. El nuevo género Cilus,* publicado en las *Actes de la Société scientifique du Chili,* t. X. 1900.

Id., *Algunas observaciones sobre la colecta, conservación y remisión de peces para los museos. Revista chilena de Historia natural,* t. IV, pp. 148-152. 1900.

Id., *Voracidad de la Homea polytrema,* publicado en las *Actes de la Société scientifique du Chili,* t. X, pp. 419-434. 1900.

Id., *Catálogo de los peces de Chile,* publicado en la *Revista chilena de Historia natural,* reimpreso en un tomo de 130 páginas. — Valparaíso, 1901-1903.

Id., *Existencia del Latris hecateia en aguas chilenas,* en la *Revista chilena de Historia natural.*

Id., *Concordancias de nombres vulgares y científicos de peces chilenos,* en la *Revista chilena de Historia natural.*

Id., *Nuevas especies de la familia Rajidae,* en la *Revista chilena de Historia natural.*

Id., *Contribución á la ictiología chilena. La familia Merluccidae,* en la *Revista chilena de Historia natural.*

Id., *Los congrios de Chile,* en el volumen de trabajos del VII Congreso científico chileno, reproducido en la *Revista chilena de Historia natural.*

Id., *La familia Triglidae*, en la *Revista chilena de Historia natural*.

Pérez Canto (Clodomiro), *Estudio sobre algunos escualos de la costa de Chile*, 1 fol. en 8°, de 12 páginas. — Valparaíso, 1886.

Philippi (Dr. R. A.), *Algunos peces de Chile. Anales del Museo nacional*. — Santiago de Chile, 1892.

Id., *Descripción de tres peces nuevos. Anales de la Universidad de Chile*, t. XLVIII, p. 261. 1876.

Id., *Die chilenischen Arten von Galaxias. Verhandlungen des Deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago de Chile*, band.III, pp. 17-22. 1895.

Id., *Exocoetus fernandezianus. Verhandlungen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago de Chile*, band. III. p. 22. 1895.

Id., *Genypterus nigricans-Ph., nuevo género de peces de la familia de las Gobioides. Anales de la Universidad de Chile*, t. XIX, p. 185. 1857.

Id., *Raja escobina. Anales de la Universidad de Chile*, t. XIV, p. 186. 1857.

Id., *Rhynchobatis Ph., nuevo género de rayas. Anales de la Universidad de Chile*, t. XIV, p. 187. 1857.

Id., *Sobre los tiburones y algunos peces de Chile. Anales de la Universidad de Chile*, t. LXXI, p. 535. 1887.

Pomar (Luis), *Memoria sobre la pesca en Chile*, 1 fol. en 8° de 45 páginas. — Valparaíso, 1900.

Porter (Carlos E.), *Los peces chilenos del viaje del buque explorador Challenger*, extractado y adicionado con varias notas, en la *Revista chilena de Historia natural*. 1901.

Id., *Sobre el Orthagoriscus mola obsequiado en 1904 al Museo de Valparaíso por el capitán don Alberto Fuentes M.*, en *Revista chilena de Historia natural*. 1904.

Id., *El doctor Delfín y sus trabajos. Actes de la Société scientifique du Chili*. 1909.

Id., *Observaciones y adiciones al Catálogo de peces de Chile del doctor Delfín. Anales de la Universidad de Chile*. 1910.

Reed (Edwyn C.), *Catálogo de los peces chilenos*, 1 fol. en 8° de 24 páginas. — Santiago de Chile, 1897.

Regan (C. Tate), *A new fish of the genus Galaxias. (G. Bullocki)*, en la *Revista chilena de Historia natural*, vol. XII, p. 228. 1908.

Uribe O. (Luis), *La industria de la pesca. Importancia de su propagación en Chile*, 1 fol. en 8° de 39 páginas. — Valparaíso, 1899.

Wolnitzky (Baldomero), *The Fisheries in Chili*, 1 fol. en 8°.

## 2. *Trabajos publicados en el extranjero, que contienen especies chilenas* (1)

Berg (Carlos), *Enumeración sistemática y sinonímica de los peces de la costa argentina y uruguaya. Anales del Museo nacional de Buenos Aires,* IV, pp. 1-120. 1895.

Id., *Sobre peces de agua dulce ó poco conocidos de la República Argentina. Anales del Museo nacional de Buenos Aires,* IV, pp. 121-165. 1895.

Id., *Contribución al conocimiento de los peces sudamericanos especialmente de los de la República Argentina. Anales del Museo nacional de Buenos Aires,* V, pp. 263-302. 1897.

Bleeker (P.), *Sur les espèces insulindiennes de la famille des Cirrhitoides,* publiée par l'*Academy Neerlandaise des sciences.* — Amsterdam, 1876.

Boulenger (G. A.), *Catalogue of the Perciform Fishes in the British Museum,* 2^d edition. vol. first. London, 1895.

Id., *Poissons de l'Equateur.* Première partie. *Viaggio del doctor Enrico Festa nell Ecuador e regione vicine. Bolletino dei Musei di zoologia ed Anatomia comparata della Real Uuniversità di Torino,* vol. XIII, nº 329. 1898.

Cunningham, *Notes on the Natural History of the Strait of Magellan and West coast of Patagonia. Voyage of H. M. S.* — Nassau, 1866-1869. 1871.

Cuvier et Valenciennes, *Histoire naturelle des poissons,* t. 1-22 (falta el 5° y 6°). Avec 650 pl. col. — Paris, 1828-1849.

D'Orbigny (A.), *Voyage dans l'Amérique méridionle, de 1826-1833. Poissons,* 1 vol. en 4° avec XVI planches. t. X, 2° parte. — Paris, 1847.

Duméril (A.), *Histoire naturelle des Poissons,* 2 vol. en 8°, avec Atlas de 26 planches col. — Paris, 1870.

Eigenmann (Carlos H.), *A review of the American Gasterosteidæ. Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia,* 1886.

Fordice (Morton A.), *A review of the American species of Stromatei-*

(1) Lista tomada hasta el año de 1902, del *Catálogo de peces de Chile,* por el doctor Delfín ; las correspondientes á los últimos siete años las hemos agregado de acuerdo con las recibidas en nuestra biblioteca.

*dae. Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia*, 1884.

Gilbert and Starks, *The Fishes of Panama Bay*, 1 vol. en 4° de 300 páginas, y 33 láminas. — Standford University, 1904.

Gill (Theodore), *Sinopsis of the Subfamily of Clupeinae, with description of new Genera. Proceedings of the Academy of natural Science of Philadelphia*, 1861.

Girard (Charles), *Fishes, family of Percidae, Atherinidae, Siluridae, Clupeidae, Characinidae et Myxinoidae en Gillis. The U. S. naval astronomical expeditions to the years 1849-1859*, vol. II. 1859.

Günther (Albert), *Catalogue of the British Museum*, t. I, VIII. — London, 1859-1870.

Jordan and Starks, *The Fishes of Sinaloa. (Reprint from the Proceedings of the California Academy of Sciences)*. — Palo Alto, California, 1895.

Id., Id., *A review of the Hemibranchiate fishes of Japan. Proc. U. S. Nat. Mus.*, vol. XXVI. 1903.

Jordan and Snider, *A review of the Hipostomidae and Lophobranchiate fishes of Japan. Proc. U. S. Nat. Mus.*, vol. XXIV. 1902.

Id., Id., *A preliminary check list of the fishes of Japan*. — Tokyo, 1901.

Jordan and Fowler, *A review of the Elasmobranchiate fishes of Japan. Proc. U. S. Nat. Mus.*, vol. XXVI. 1903.

Linnaeus, *Systema naturae. Regnum animale*, editis X. 1758. *Cura societatis zoologicae germanicae iterum edita*.— Lipsiae, 1894.

Perugia A.), *Appunti sopra alcuni pesci sud americani conservati nel Museo civico de Storia naturale di Genova. Extracto dagli Annali del Museo civico di Storia naturale di Genova*. 1891.

Porter (Prof. Carlos E.), *Breve nota de ictiología. Enumeración de especies importantes comunes á las aguas de Chile y del Perú*, en el número de abril de 1909 de la *Revista universitaria*. — Lima-Perú.

Prince Albert de Monaco, *Poissons lune (Orthagoriscus mola) capturés pendant deux campagnes de l'Hirondelle. Extrait du Bulletin de la Société zoologique de France*. — Paris, 1889.

Quoy et Gaimard, *Zoologie du voyage au tour du monde de l'Astrolabe*, par Dumont d'Urville, 4 vols. en 6 part., avec atlas in fol. de 192 pl. color. Poissons. 1834.

Regan (C. Tate). *A Synopsis of the Sharks of the fam. Scyliorhinidae. Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, ser. 8, vol. I. 1908.

Id., *A synopsis of the Sharks of the family squalidae. Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, ser. 8, vol. II. 1908.

Smitt (F. A.), I. *Poissons de l'expédition scientifique à la Terre de Feu. Extrait de Bihang till K. Svenska Vet. Akad Handlingar.* Band. 23 Afd. IV, n° 3. — Stockholm, 1898.

Id., II. *Poissons de l'expédition scientifique à la Terre de Feu. Extrait de Bihang till K. Svenska Vet. Akd. Handlingar.* Band 24 Afd. IV, n° 5. — Stockholm, 1898.

Steed (D. G.), *Fishes of Australia.* — Sydney, 1906.

Steindachner (Franz.), *Die Fishe der Sammlung Plate, zoologische Jahrbuchen Herausgegeben von profesor doctor J. W. Spengel in Giessen.* Suplement IV Zweites Heft, pp. 281-334. 1898.

Vaillant (Léon), *Expédition scientifique de travailleur et du talisman pendant les années 1880-1883.* Avec 28 planches. Poissons. 1888.

Valenciennes (Achille), *Poissons. Voyage dads l'Amérique méridionale* par D'Orbigny, 1826-1833. Avec 16 planches. — Paris, 1847.

Id., *Histoire naturelle des poissons du régne animal de Cuvier.* Avec 122 planches. — Paris, 1850.

## III

### PARTIE DESCRIPTIVE

Le nombre d'espèces de Poissons qui habitent dans les eaux du Chili, connues jusqu'aujourd'hui, en décomptant du *Catalogue* du docteur Delfin les quelques espèces qui ont passé à la synonymie et en ajoutant les décrites par lui après la publication du catalogue mentionné et après la mort de cet ichthyologue (1904) par des spécialistes européens et américains est de 261 espèces, desquelles il existent plus de 90 (j'en ai signalées 96) qu' on use pour l'alimentation. Je parle dans la présente note des principales espèces des familles : *Serranidae, Chilodactylidae, Sciaenidae* et *Pristipomatidae.*

Il y a d'excellents poissons tels que la *Vidriola* (Seriola Foncki) et les *Congrios*, sur lesquels ainsi que sur la *Pescada* (Merluccius Gayi) le docteur Delfin a écrit d'excellents travaux au Musée de Valparaíso, qui furent publiés dans la *Revista chilena de Historia natural* (publication connue par beaucoup des mes honorables collègues ici présents) il y a déjà plusieures années. Pour cette raison, je ne m'occupe pas d'eux dans ce petit mémoire; d'autre part ils n'appartiennent pas aux uniques familles dont je vais m'occuper très brèvement.

### Fam. **SERRANIDAE**

Cette famille comprend de nombreuses espèces réparties en divers genres, toutes très appréciées pour la table.

Gen. PERCICHTHYS, Girard (1854)

*Percichthys,* GIRARD, Proc. Acad. Nat. Sc. Philad., VII, p. 197 (1854).

*Percosoma,* GILL., Synopsis Sub family of Percinae, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., p. 51 (1861).

#### **Percichthys trucha.** (Cuv. & Val.) Girard

Nom vulgaire : *Truite.*

*Perca trucha,* CUV. & VAL., Hist. Nat. Poiss., IX, p. 429 (1833); GUICHEN, Gay, Hist. Chile, Zool. II, p. 146 (1848) et Atlas Zool. Ichtiol., pl. I b., fig. 1 (1848).

*Perca laevis,* JENYNS, Zool. Beagle Fish., p. 1, pl. 1, fig. 1 (1842).

*Percichthys trucha,* GIRARD, Proc. Acad. Nat. Sc. Philand., p. 197 (1854), et U. S. Nav. Astron. Exped., II, p. 230 (1856) ; GTHR., Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 61 (1859) ; JORDAN & EIGEM., Bull. U. S. Fish. Comm., VIII. p. 427 (1890) ; BOULENG., Mem. Soc. Sc. Chili, IV, p. 10 (1894) et 2ª Ed. Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 119 (1895) ; STEIND. en Spengel, Zool. Jahrb. Suppl. IV, p. 281 (1898) ; DELFIN, Cat. Peces Chile, p. (1901).

*Percichthys chilensis,* GIRARD, Proc. Acad. Nat. Sc. Philad. $VI_1$ p, 197 (1854) et U. S. Nav. Astron. South Hemis. II, p. 231, pl. XXIX, figs. 1-4 (1856) ; PHIL., Mon. Berl. Ac. p. 708 (1866).

*Percichthys laevis,* GTHR., Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 61 (1859) ; KNER, Novara Fish.. p. 11 (1865) ; VAILLANT, Mis. Sc. Cap Horn, p. 31 (1888) ; JORDAN & EIGENM., Bull. U. S. Fish. Comm., VIII, p. (1890) ; PERUGIA, Ann. Mus. Genova X, p. 609 (1891).

Tête 3-3 $\frac{1}{2}$ ; hauteur 3 $\frac{1}{2}$-4 fois dans la longeur totale. D. IX-XI, I. 9-13 ; A. III, 8-10 ; L. 1. 62-70. Maxillaire atteignant la perpendiculaire tracée au centre de l'oeil ; naissance de la dorsale immédiatement derrière l'axille.

Couleur gris vert dessus, jaunâtre dessous parfois avec de petites taches noirâtres.

*Hab :* Rio Pichi-laguna (afluente lag. Llanquihue). On la pêche dans les Provs centrs du Chili. L'esp. existe en T. del Fuego et Rio Santa Cruz, etc.



PERCICHTHYS TRUCHA (Cuv. & Val.) Girard, según Gay

**Percichtys melanops**, Girard

Nom vulgaire : *Truite* et *Pocha.*

*Percichthys melanops,* GIRARD, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad. VII, p. 197 (1854) et U. S. Nav. Astron. Exped. II, p. 233, pl. XXX, figs. 1-5 (1856); GTHR., Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 61 (1859); JORDAN & EIGENM., Bull. U. S. Fish. Comm. VIII, p. 428 (1890); BOULENG., Mem. Soc. Sc. Chili, IV, p. 13 (1894) et Cat. Fish. Brit. Mus. 2° Ed. I, p. 120 (1895).

*Percosoma melanops,* GILL, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad. p. 51 (1861).

*Perca pocha,* PHIL., Arch. f. Nat., p. 210 (1863).

*Percichthys pocha,* JORDAN & EIGENM., Bull. U. S. Fish. Comm., VIII, p. 428 (1890).

Tête 3 $\frac{1}{4}$-3$\frac{1}{2}$ fois dans la longueur totale et égale à la hauteur du corps. D. VIII-X, I-II. 10-12 ; A. III. 9-10 ; L. 1. 56-60. Le maxillaire atteint seulement la perpendiculaire tracée au bord antérieur de l'oeil.

Couleur du dos gris olivâtre uniforme ou quelque peu taché, blanchâtre en dessous.

Cette espèce vit de compagnie avec la précédente dans les seuls cours d'eau des provinces centrales, et possède les mêmes conditions de saveur, mais n'arrive pas à plus de 200 millimètres. On la pèche au filet et à l'hameçon.

Gen. PERCILIA, Girard (1854)

*Percilia,* GIRARD, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., p. 297 (1854).

**Percilia Gillissi**, Girard

Nom vulgaires : *Truite.*

*Percilia gillissi,* GIRARD, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., VII, p. 196 (1854) et U. S. Nav. Astron. Exped. South Hemis., II, p. 236, pl. XXIX, figs. 5-9 (1856); GTHR., Cat. Fish. Brit. Mus., I. p. 255 (1859); BOULENG., Mem. Soc. Sc. Chili, IV, p. 15 (1894) et Cat. Fish. Brit. Mus. 2ª Ed., I, p. 121 (1895). DELFIN, Cat. Peces Chile (1901), p. 59.

*Perca segethi,* PHIL., Arch. f. Nat., p. 211 (1863).

*Percilia gracilis,* PHIL, Mon. Berl. Ac., p. 710 (1866).

Tête $3\frac{1}{3}$-$3\frac{1}{2}$ fois; hauteur $3\frac{1}{4}$-4 fois dans la longeur totale. D. VIII-IX, I, 10-11; A. III. 8-10; L. 1. 33-35. Maxillaire atteint la perpendiculaire tracée au bord antérieur de l'oeil; naissance de la dorsale un peu en arrière de l'axille.

Couleur grisâtre dessus, jaunâtre dessous, 9-10 lignes transversales plus au moins distinctes sur le corps dans les petits exemplaires; bord de la membrane branquiostège, lèvres, nageoire pectorale et bord des nageoires dorsales rouge.

C'est un habitant des rivières du Sud, dont les conditions de bonté et de saveur sont excellentes, mais qui n'arrive pas à plus de 130 millimètres de longueur. On le pêche au filet et à l'hameçon.

*Hab:* Rios Maipo, Paine et Itata.

### Gen. ACANTHISTIUS, Gill (1862).

*Plectropoma,* part., CUV. & VAL., Hist. Nat. Poiss, II, p. 387 (1828).

*Acanthistius,* GILL, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., p. 236 (1862).

### **Acanthistius pictus** (Tscudi), Bouleng

*Plectropoma pictum,* TSCHUDI, Faun. Per. Ichth., p. 5 (1845); GTHR., Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 164 (1859); KNER, Sitsb. Ak. Wien, LVI, I, p. 710 (1867).

*Alphestes pictus,* JORDAN & SWAIN, Proc. U. S. Nav. Mus., VII, p. 395 (1884); JORDAN & EIGENM. Bull U. S. Fish. Comm., VIII, p. 350 (1890).

*Acanthistius pictus,* BOULENG., Cat. Fish. Brit. Mus. 2ª Ed., I, p. 140 (1895); STEIND. dans Spengel, Zool. Jahrb. Suppl. IV, p. 282 (1898); ABBOTT, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., p. 348 (1899).

Tête, $2\frac{1}{2}$-$2\frac{4}{5}$ hateur $2\frac{1}{2}$ fois dans la longueur totale du corps. D.XI, 17-18; A. III, 8-9; L. 1.60-62. Maxillaires s'étendant jusqu'à la perpendiculaire tracée au bord postérieur de l'oeil; naissance de la nageoire dorsale vis-à vis de l'arête operculaire supérieure.

Couleur gris argenté avec reflets rougeâtres, avec une tâche noirâtre entre les deux arêtes des opercules.

On le trouve de *Coquimbo* au nord. C'est un poisson bon pour la table. Il arrive à une taille de 400 millimêtres plus au moins. On ne le pêche que quand il se prend dans le filet tendu pour la pêche d'autres poissons.

Gen. POMODON, BOULENG (1895)

*Plectropoma,* part, GTHR., Cat., Fish. Brit. Mus., I, p. 156 (1859).
*Hemilutjanus,* BLEEKER, Arch. Neerl., XI, p. 277 (1876).
*Pomodon,* BOULENG, Cat. Fish. Brit, Mus., 2ª ed., p. 644 (1895).

**Pomodon macrophthalmus** (Tschudi) Bouleng.

Nom vulgaire : *Papañao.*

*Plectropoma macrophthalmus,* TSCHUDI, Faun. Per. Ichth., p. 6 (1845); GTHR. Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 165 (1859); KNER, Sitzb. Ak. Wien, LVI, I, p. 711, pl. I (1867).

*Hemilutjanus macrophthalmus,* JORDAN et EIGENM., Bull. U. S. Fish. Comm., VIII. 345 (1890); ABBOTT, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., p. 350 (1899).

*Pomodon macrophthalmus,* BOULENG, Cat. Fish. Brit. Mus., 2ª ed., p. 144 (1895); STEIND, dans Spengel, Zool. Jahrb. Suppl. IV, p. 281 (1898); DELFIN, Cat. Peces Chile, p. 60 (1901).

Tête 2 $\frac{1}{2}$-2 fois; hauteur 2 -2 dans la longueur totale. D. IX-X, 10; A. III, 8-9; L. I., 74-78. Maxillaire développé jusqu'à la perpendiculaire tracée au tiers postérieur de l'œil; naissanee de la dorsale au niveau de la base de la pectorale.

Couleur gris ou brun dans la partie supérieure, argenté dans l'inférieure; ligne latérale noirâtre.

Ce poisson se rencontre principalement de Coquimbo au nord, il est de goût excellent, mais on le pêche peu, seulement quand il se prend dans le filet. Il atteint une longueur de plus de 400 millimètres.

Gén. POLYPRION Cuv. (1817)

*Polyprion,* CUV. Règne Anim., II, p. 282 (1817).
*Hectoria,* CASTELN, Notes Edible Fih. Victoria, p. 8 (1873).

**Polyprion oxigeneios** (Bl. Schn.) Jordan et Eigenm.

Nom local à Juan Fernández : *Bacalao* (morue).

*Epinephelus oxigeneios,* BL. SCHN., Syst Ichth., p. 301 (1801).

*Perca prognata,* FORSTER en Bl, Schn. Syst. Ichth. p. 301 (1801) et Descr. Anim., p. 309 (1844).

*Perca fernandeziana,* GAY, Hist. Chile Zool., II, p. 369 (1848).

*Centropristis gigas,* OWEN, Cat. Osteol Coll. Surg., I, p. 55 (1853).

*Oligonus gigas,* GTHR., Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 251 (1859); HUTTON, Fish. New Zeal., p. 1 (1872).

*Oligonus gadoides,* HUTTON, Tr. New Zeal. Inst. V, p. 259 (1872).

*Hectoria gigas,* CASTELN., Notes Edible Fish. Victoria, p. 8 (1873).

*Polyprion Kneri,* STEIND, Sitzb. Ak. Wien, LXXI, I, p. 443 (1875); GTHR., Report Challenger Shore Fish., p. 24 (1880).

*Polyprion prognathus,* GTHR., Ann. et Mag. N. H., XX, p. 236 (1887); GILL, Nem. Nat. Ac., Washington, VI, p. 96 (1893); BOULENG., Cat. Fish. Brit. Mus., 2ª ed., I. p. 150 (1895).

*Sterolepis oxigeneios,* JORDAN, Notes Sp. Fish. Improp. Ascrib. (Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., p. 99 (1884).

*Polyprion oxigeneios,* JORDAN et EIGENM., Bull. U. S. Fish. Comm. VIII, p. 342 (1890); DELFIN, Cat. Peces Chile, p. 61 (1901).

Tête $2\frac{1}{2}$ $3\frac{1}{5}$ fois; hauteur $3\frac{3}{10}$-$4\frac{1}{5}$ dans la longueur du corps. D., XI-XII, 11-12; A. III, 8-9; P. 17; L. I., 82-90. Maxillaire s'étendant jusqu'à la perpendiculaire tracée près du bord postérieur de l'œil; naissance de la dorsale derrière l'insertion de la nageoire pectorale.

Couleur gris foncé sur le dos arrivant à blanchâtre sur le ventre.

Elle est très abondante, facile à rencontrer, de pêche assurée sur les bancs situés autour de l'île, entre 2-6 milles et à 10-250 mètres de profondeur. Sa chair est bonne, on la prépare en boites et on la sèche salée, mais c'est une industrie peu en usage. Le plus grand exemplaire a pesé 46 kil avec une longueur de 1480 millimètres.

Le développement des œufs commence à s'apercevoir en octobre, en décembre ils ont déjà disparu. Cette pêche se fait à l'hameçon.

### Gen. CAPRODON, Temm et Schleg. (1844)

*Caprodon,* TEMM. et SCHLEG., Faun. Japan, Pisc., p. 64 (1844).

*Anthias,* part., GTHR., Cat. Fish. Brith. Mus., I, p. 88 (1859).

*Neoanthias,* CASTELN., Proc. Linn. Soc. New S. W., p. 366 (1878).

### **Caprodon longimanus** (Gthr.) Kaup.

Nom local à Juan Fernandez : *Pez colorado.*

*Anthias longimanus,* GTHR., Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 94 (1859); RAMSAY, Proc. Linn. Soc. N. S. W., p. 294 (1880); TENISON, Fish.

N. S. W., p. 33, pl. III (1882); HUTTON, Tr. New Zeal. Inst., XXII, p. 275 (1890).

*Caprodon longimanus,* KAUP, Nederl. Tijdschr. Dierk., I, p. 20 (1863); BOULENG., Cat. Fish. Brit. Mus., 2ª ed., I, p. 315 (1895); STEIND, dans Spengel, Zool. Jahrb. Suppl., IV, p. 283 (1898); WAITE, Thetis, Sc. Res. Fish., p. 77 (1899); DELFIN, Cat, Peces Chile, p. 64 (1901).

*Scorpis hectori* (non Hutton, 1872) HUTTON, Tr. New Zeal. Inst., V, p. 259, pl. VII, fig. 1 (1873).

*Scorpis fairchildi,* HECTOR, Tr. New Zeal., VII, p. 241 (1875).

*Neoanthias günthéri,* CASTELN., Proc. Linn. Soc. N. S. W., III, p. 367 (1878).

*Caprodon Schlegelii* (non Gthr.) DOUGLAS OGILBY, Proc. Linn. Soc. N. S. W., X, p. 231 (1885).

*Pseudoanthias longimanus,* GILL, Mem. Ac. Washington, VI, p. 116 (1894).

Tête 3 $\frac{1}{3}$-3 $\frac{3}{5}$ fois; hauteur 3 $\frac{1}{3}$-3 $\frac{2}{5}$ fois dans la longueur totale sans la nageoire caudale. D. X, 20; A. III, 8; P. 17; L. I. 62-65. Maxillaire s'étendant jusqu'á la perpendiculaire tracée près du centre de l'œil; naissance de la dorsale vis-à-vis de l'insertion de la nageoire pectorale dont la longueur entre 1 $\frac{1}{3}$-1 $\frac{1}{2}$ dans la longueur de la tête.

Couleur générale rose rougeâtre avec des petites taches brunes s'agglomérant en plus grande quantité sur la tête et le dos, principalement dans la portion molle de la nageoire dorsale et dans toute la nageoire anale.

Ce poisson est três abondant à l'île de Juan Fernandez où il se présente en troupes nombreuses à proximité de la côte. Il parait aussi être habitant des profondeurs, car on le trouve constamment dans l'estomac des morues. La chair est très délicate et propre à être conservée en boites ou fumée. Sa taille atteint près de 400 millimètres. On ne le pêche pas (1).

Aussi en Australie et la N. Zéllande.

### Gen. HEMIANTHIAS, Steind. (1874)

*Hemianthias,* STEIND., Ichthyol. Beiträge, I, p. 4 (1874).

(1) On pêche exclusivement la *langouste* et très rarement la *Morue* et la *Vidriola* que l'on ne prend que quand elles se trouvent sous la main.

**Hemanthias peruanus** Steind.

*Anthias* (Hemianthas) *peruanus,* STEIND., Ichth. Beitr., I, p. 4 (1874).

*Pronotogrammus peruanus,* JORDAN et EIGENM., Bull. U. S. Fish. Comm. VIII. p. 413 (1890); ABBOTT, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., p. 350 (1899).

*Anthias peruanus,* BOULENG., Cat. Fish. Brit. Mus., 2ª ed., I, p. 322 (1895); DELFIN, Cat. Peces Chile, p. 65 (1901).

*Hemianthias peruanus,* JORDAN et EVERM., Fish. North and Middle America, p. 1222 (1896).

Tête 2 $\frac{5}{6}$-3 fois; hauteur 3-3 $\frac{1}{6}$ fois dans la longueur du corps. D. X, 14-15; A. III, 8; écailles dans la Ll. 54-56. Le maxillaire n'arrive pas à la perpendiculaire tracée au bord antérieur de l'œil. Troisième rayon de la dorsale très long.

Couleur rose rougeâtre avec de petites taches diffuses d'un gris brillant sur le corps et sur les nageoires dorsale, anale et caudale.

C'est un excellent poisson qui atteint près de 400 millimètres de long. Il ne quitte pas la côte des provinces du nord et ne se pêche qu'occasionnellement.

Gen. CALLANTHIAS, Lowe (1839)

*Callanthias,* LOWE, Proc. Zool. Soc., p. 76 (1839),

**Callanthias Platei** Steind.

Nom local : *Pez colorado* à Juan Fernandez.

*Callanthias platei,* STEIND., dans Spengel Zool. Jahrb. Suppl. IV, p. 284 (1898); WAITE, « Thetis », Sc. Res. Fish., p. 80 (1899); DELFIN, Cat. Pecs Chile, p. 66 (1901).

Tête 4-4 $\frac{2}{5}$ fois; hauteur 3-3 $\frac{1}{3}$ fois dans la longueur totale du corps y compris la caudale. D. XI, 11-12 ; A. III, 11; p. 20; Ll. 42-45. Maxillaire n'atteignant pas la verticale tracée du borde antérieur des yeux.

Couleur de tout le poisson rouge rose plus pâle sur les flancs où il prend un éclat d'argent; nageoires dorsales et anales couleur rouge foncé, la caudale rouge violacé.

On voit parfois autour de l'île des bandes de cette espêce, mais

assez rarement, selon la saison, et on ne le pêche pas. Leur chair est très agréable. Leur taille arrive à près de 300 millimètres. On pourrait en faire une bonne conserve.

### Fam. **CHILODACTYLIDAE**

Cette famille est presque aussi importante que la précédente pour ses nombreuses espèces comestibles. Nous ne citerons que les plus importantes.

#### Gen. CHILODACTYLUS, Lacep. (1803).

*Cheilodactylus,* Lacep., Hist. Nat. Poiss., V, p. 1 (1803).
*Chilodactylus,* Gthr., Cat. Fish. Brit. Mus., II, p. 78 (1860).

#### **Chilodactylus monodactylus** (Carmich) Gthr

Nom local: *Breca* à Juan Fernández.

*Chaetodon monodactylus,* Carmich., Trans. Linn. Soc. London, XII, p. 500, pl. 21 (1817).

*Cheilodactylus carmichaelis,* Cuv. & Val., Hist. Nat. Poiss., V. p. 360 (1830) et IX, p. 489 (1833); Gay, Hist. Chile Zool. II, p. 197 (1848); Valencien. dans Règne Anim. de Cuv. « Les Poiss. », pl. XXXI, fig. 2 (1850).

*Chilodactylus monodactylus,* Gthr., Cat. Fish. Brit. Mus., II, p. 81 (1860) et Voy. Challenger Shore Fish., p. 24 (1880); Steind., Ichthyol. Beitr., II, p. 14 (1875); Delfin, Cat. Peces Chile, p. 70 (1901).

Tête 3-3 $\frac{1}{5}$; Hauteur 2 $\frac{2}{5}$-2 $\frac{4}{5}$ dans la longueur du corps nom compris la caudale. D. XVII-XVIII, 24-26; A. III. 11-14; P. 9 + 6; Ll. 55-59. Premier rayon simple de la pectorale constamment plus grand que la hauteur. La naissance de la dorsale partant dessus del 'insertion de la pectorale.

Couleur brun rougeâtre plus foncé sur le dos et la tête. Il est très abondant dans les lieux qu'habite la *morue* et sur le bord de la côte où on a l'habitude de le pècher avec le filet et l'hameçon que l'on amorce avec n'importe quel appât. Sa chair est agréable et serait propre à être conservée, fumée ou salée. Sa taille atteint plus de 600 millimètres.

### **Chilodactylus bicornis.** Steind

Nom local à Juan Fernandez *Chungungo*

*Chilodactylus bicornis,* STEIND., dans Spengel Zool. Jahrb. Suppl. IV, p. 291, Taf. 17 (1898). DELFIN, Cat. Peces Chile, p. 71 (1901).

Tête 4 fois; hauteur 3 $\frac{1}{5}$-3 $\frac{2}{5}$ dans la longueur du corps à l'exclusion de la nageoire caudale. D. XIV, 17; A. III. 5; P. I. 8 + 6; Ll. 58-63. Premier rayon pectoral le plus long; dorsale molle commence vis-à-vis de l'anus. Tête profondement concave; yeux en saillie qui arriven au bord supérieur de la tête avec un tubercule obtus en forme de corne dans la région supérieure et postérieure de l'orbite.

Couleur brun clair jaunâtre avec trois files de tâches irrégulieres, parfois convergentes qui semblent des bandes transversales; les supérieures atteignent quelque fois la nageoire dorsale. Toutes les nageoires sont tachées de couleur brun violet. La superficie ventrale est blanche teintée de jaune.

On ne le rencontre jusqu'à présent que dans l'ile Mas à Tierra, près de la plage à l'endroit oú le ressac est le plus fort. Ses habitudes solitaires rendent la pèche difficile de ce poisson si bon pour la table. Il arrive à une taille de 200 millimètres sans la caudale. On ne le péche pas.

### **Chilodactylus Delfini,** Porter, n. sp.

Nous avons reçu en Janvier 1910 de Juan Fernandez, un exemplair d'un poisson comestible qui est appelé *Chungungo.* Voici un brève description:

Tête 2 $\frac{3}{10}$-2; hauteur 3 $\frac{3}{10}$ 3 $\frac{3}{5}$ fois dans la longueur du corps sans la caudale. D. XV, 15; A. III, 6; P. 1 + 7 + 7; Ll. 62-65. Ier. rayon pectoral simple le plus long; dorsale molle commence en face de l'anus; Tête presque plane sans cornes; yeux en saillie arrivant au bord supérieur de la tête qu'il rehaussent.

Couleur rougeâtre sur presque toute la tête et sur la moitié supérieure du corps et de la queue y compris la nageoire caudale. Dans cette portion il y a des taches brunes disposées irregulièrement qui parfois se réunissent de manières diverses; les couleurs sont plus amorties dans la partie inférieure. Gorge et poitrine jaune blanchâtre. Chaque écaille à deux points d'un blanc bleuâtre qui gagnent aussi la tête et les lèvres où ils sont plus grands et les rayons des

nageoires où ils sont plus ou moins nombreux ; les nageoires dorsale et ventrale leur font presque defaut.

On le rencontre dans les mêmes endroits que l'espèce précédente ; sa chair est excellente et il arrive à une taille de près de 400 millimètres.

Je dédie cette espèce à mon regretté ami, l'ichthoylogiste chilien Dr Fed. T. Delfin.

Comme je viens de dire le nom local de cette espèce est *Chungungo*. On ne le pèche pas.

### **Chilodactylus variegatus**, Cuv. & Val.

Nom vulgaire : *Pintadilla* et *Bilagai*.

*Cheilodactylus variegatus*, CUV. & VAL., Aist. Nat. Poiss., XI, p. 494 (1833) ; GAY, Hist. Chile, Zool., II, p. 199 (1848) ; ABBOTT. Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., p. 357 (1899).

*Cheilodactylus antonii*, CUV. & VVL., Hist. Nat. Poiss., IX, p. 494 (1833).

*Cheilodactylus Antonii*, GAY, Hist. Chile, Zool., II, p. 201 (1848) et Atlas Zool. Ictiol., lam. 5 bis, fig. 2 (1854).

*Cheilodactylus tschudi*, MULLE & TRASCH., Hor. Ichth., III, p. 25.

*Cheilodactylus cinctus*, TSCHUDI, Faun, Per. Ichth., p. 15, Taf. 2 (1845).

*Chilodactylus variegatus*, GTHR., Cat. Fish. Brit. Mus., II, p. 81 (1860) ; STEIND., dans Spengel, Zool. Jahrb. Suppl, IV, p. 290 (1898) et Herpet. Ichth. etc. Sud-Amerika. p. 122 (1902).

*Chilodactylus Antonii*, GTHR., Cat. Fish. Brit. Mus., II, p. 82 (1860).

Tête 3 $\frac{1}{2}$-4 fois ; hauteur 3-3 $\frac{3}{4}$ fois dans la longueur du corps. D. XVII-XVIII, 28-30 ; A. III. 9-10 ; P. 1 + 7 + 7 ; Ll. 54-56. Le maxillaire atteint la perpendiculaire tracée depuis l'ouverture nasale antérieure. Dorsale commence au devant de la perpendiculaire tracée de la naissance de la pectorale ; 1er rayon pectoral simple le plus long ; dorsale molle commence au devant de l'anus.

Couleur de la tête et du dos noir s'éclaircissant vers les flancs et en arrière, le ventre verdâtre argenté. Le corps est traversé par 6 bandes brunes. Nageoire dorsale jaune avec une frange grise ; pectorales jaunes, caudale orange et anale pâle.

On le trouve depuis la côte de Santiago jusqu'au Pérou. C'est un

poisson d'assez bonne qualité, mais on le pèche peu, sans doute comme tant d'autres parce qu'on ne connait pas ses retraites habituelles. On en a pris au filet des exemplaires de 300 millimètres.

### Fam. **SCIAENIDAE**

Cette importante famille comprend divers genres : nous ne citerons que trois espèces du genre *Umbrina* qui sont les plus communes et les plus estimées.

#### Gen. UMBRINA Cuv. (1817)

*Umbrina,* Cuv. Règne Anim., p. 297 (1817).

#### **Umbrina ophicephalus,** Jenyns.

Nom vulgaire : *Pichigüen.*

*Umbrina ophicephala,* Jen., Zool. Beagle Fish., p. 45 (1842); Gay, Hist. Chile, Zool., II, p. 189 (1848) et Atlas Zool. Ictiol., lám. 3, fig. 1 (1854) (mauvais).

*Umbrina ōphicephalus,* Gthr., Cat. Fish. Brith. Mus., II, p. 277 (1860); Cunningham, Voy. Nassau, Fish., etc., p. 470 (1871); Delfin, Cat. Peces Chile, p. 69 (1901).

Tête 5 fois; hauteur 6 fois dans la longueur totale. D. XII, I, 22; A. I, 9; Ll. 60 pores. Maxillaire un peu au dela de la perpendiculaire tracée du bord antérieur de l'œil; nageoire dorsale commençant peu en arrière de la insertion de la ventrale.

Couleur générale gris foncé sur la tête et le dos un peu plus clair sur l'abdomen, nageoires brun plus ou moins pâle.

Ce poisson est très délicat on le prend très peu parce qu'on ne connait pas ses gîtes et il n'en parait d'habitude dans le filet que quelques exemplaires isolés. On le paie un haut prix. Il habite la partie de la côte comprise entre *Coquimbo* et *Taltal.* Sa longueur atteint 500 millimètres.

#### **Umbrina Reedi,** Gthr.

Nom local : *Corvina* et *Corvinilla* à Juan Fernandez.

*Umbrina reedi,* Gthr., Report Challenger Shore Fis., p. 25, pl. XIII, fig. B (1880); Delfin, Cat. Peces Chile, p. 69 (1901).

Tète $2\frac{4}{5}$-$3\frac{1}{6}$ fois; hauteur 3-$3\frac{1}{5}$ fois dans la longueur du corps sans la nageoire caudale. D. IX; I, 22-24; A. I-II, 9; Ll. 60 sans la caudale. Le maxiliaire atteint la perpendiculaire tracée plus avant du centre de la pupille; naissance de la dorsale un peu en arrière de celle de la nageoire ventrale.

Les exemplaires petits et moyens ont une série de lignes obliques bleues sur les lignes laterale et horizontale du bas et d'un blanc argenté uniforme en dessous. Sur la tête et derrière celle-ci il sont des reflets dorés et argentés qui disparaissent chez les vieux et prennent sur le corps une coloration plus foncée de lignes diffuses ou complètement effacées.

C'est un poisson très abondant et fort vorace : il se nourrit de poissons et de crustacés; se pèche facilement à l'hameçon et au filet, et sa chair qui est très agréable ferait une bonne conserve. Il atteint une taille de 800 millimètres.

### **Umbrina imberbis**, Kner.

Nom vulgaire : *Corvinilla.*

*Umbrina imberbis,* KNER, Beiträge aus dem Mus. Godeffray, Jour., II, p. 101 (1874); ABBOTT, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad. p. 357 (1899); DELFIN, Cat. Peces Chile, p. 69 (1901).

Tête $\frac{2}{7}$; hauteur $\frac{1}{3}$ de la longueur du corps sans comprendre la caudale. D. X, I, 24; A. II, 9; Ll. 65. Le maxillaire arrive à la perpendiculaire tracée du centre de l'œil.

Couleur brun argenté sur la tête et le dos, plus clair vers l'abdomen, base de la pectorale noirâtre.

On le rencontre au nord depuis *Coquimbo* où on le mange conjointement avec d'autres espèces de la même famille dont il partage les conditions de bonté de goût, d'abondance et de pèche, mais il est de taille un peu moindre.

## Fam. **PRISTIPOMATIDAE**

Cette famille a des représentants au Chili : nous citerons deux des plus importantes espèces comestibles.

### Gen. ISACIA, Jordan et Fesler (1893)

*Isacia,* JORDAN et FESLER, Rep. U. S. Fish. Comm., p. 501 (1893).

**Isacia conceptionis** (Cuv. et Val.), Jordan et Fesler

*Pristipoma conceptionis,* Cuv. et Val., Aist. Nat. Poiss., V, p. 268, pl. CLX (1830); Less, Voy Coquille, Zool., II, p. 200 (1830); Cuv. et Val., Hist, Nat. Poiss., IX, p. 446 (1833); Gay, Hist. Chile, Zool., II, p. 195 (1848) et Atlas Zool. Ictiol., lám. 4, fig. 2 (1854); Gthr., Cat. Fish. Brit. Mus., I, p. 300 (1859); Steind., Sitzb. K. Akd. Wiss., LXXI (1875).

*Isacia conceptionis,* Jordan et Fesler, Rep. U. S. Fish. Comm., 88-91, p. 501 (1893); Abbott, Proc. Ac. Nat. Sc. Philad., p. 350 (1899); Steind., Herp. und Ichthyol. Ergeb. einer reise nach Sud Amerika, p. 116 (1902); Delfin, Cat. Peces Chile, p. 66 (1901).

Tête $3\frac{1}{4}$-$3\frac{1}{2}$; hauteur $2\frac{3}{5}$-$2\frac{3}{4}$ fois dans la longueur du corps sans la caudale. D. XIII-XVI, 12-15: A. III, 13; Ll. 54-56. Le maxillaire n'atteint pas le bord antérieur de l'œil; naissance de la nageoire dorsale derrière la ventrale.

Couleur brun foncé sur le dos s'eclaircissant vers l'abdomen, région où elle prend peu à peu une teinte argentée prononcée, principalement dans la partie inférieure de la tête. Tête et portion supérieure de l'opercule moins foncées.

Ce poisson est très repandu sur tout le littoral : il fraie entre novembre et janvier. Il vit en troupes, raison pour laquelle on en prend abondament avec le filet appelé *cabincera.* C'est un bon poisson, de grande consommation. Il arrive à une taille de 300 millimètres; quelques exemplaires arrive jusqu'à 320 millimètres.

Dans l'ouvrage de Gay on appelle cette espèce *corvina,* mais comme le dit M. Delfin, c'est une erreur, car dans tout l'étendue de la côte on la nom *cabinza.*

Gen. CILUS, Delfin (1900)

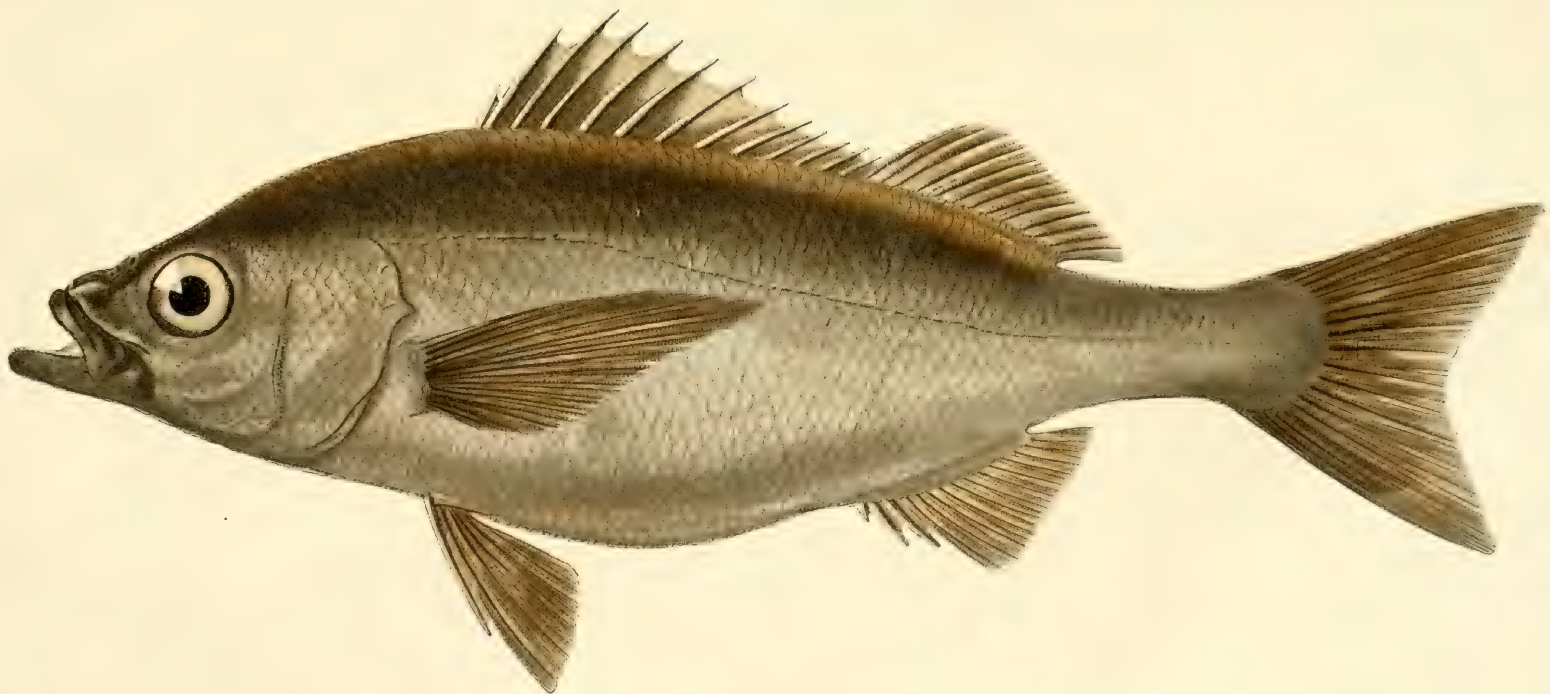
*Cilus,* Delfin, Actes Soc. Sc. Chili, X, p. 55 (1900).

**Cilus Montti,** Delfin

Nom vulgaire : *Corvina.*

*Cilus Montti,* Delfin, Actes Soc. Lc. Chili. X. p. 56 (1900); Ibid, Cat. Peces Chile, p. 67 (1900).

Tête $4\frac{1}{2}$-$4\frac{3}{5}$; hauteur $4$-$4\frac{1}{5}$ fois dans la longueur du corps. Le ma-



ISACIA CONCEPTIONIS (CUV. & VAL.)

xillaire arrive à la perpendiculaire tracée depuis le bord postérieur du tiers antérieur de l'œil; naissance de la dorsale un peu en arrière de l'insertion de la ventrale.

Couleur vert bleuâtre clair dans le dos avec reflets dorés principalement dans les portions antérieure du corps et postérieure de la tête; le reste du corps est couleur mercure métallique oxydé. Les membranes des nageoires pectorales, ventrales, anales et lobule inférieur de la caudale incarnat pâle, l'extrêmité de la caudale, blanchâtre.

C'est un poisson que beaucoup considèrent comme le meilleur de tous, c'est celui dont le prix est le plus élevé. Il est très abondant principalement dans le sud, et de facile pèche, soit que l'on emploie le filet, le harpon à 3 pointes ou l'hameçon.

Il arrive à une longueur de 1200 millimètres.

Comme je l'ai exprimé déjà (1), l'étude raisonnée de la biologie de nos poissons, n'en est qu'à ses commencements; tout, pour ainsi dire, est à faire en ce sens, non seulement au point de vue de la science en elle-même, mais encore parce que ce n'est qu'en connaissant à fond leur manière de vivre que l'on pourra dicter des règlements consciencieux pour la pêche dans des conditions raisonnables.

Il m'est toujours agréable de mentioner dans chacun de mes travaux, les noms des personnes qui ont bien voulu me prêter leur concours, les unes en me procurant des matériaux d'étude et d'autres en me fournissant des renseignement littéraires. Je dois, en cette occasion, citer les utiles contributions de messieurs J. N. Thomas et Santiago John (Chili), qui, pour servir dans ce but m'ont envoyé, en diverses occasions, depuis 1905 des exemplaires tout frais en même temps que d'intéressants renseignements soit sur les prix, soit au sujet des mois pendant lesquels certaines espèces se présentent le plus abondamment sur les côtes de nos provinces septentrionales; de M. von Rodt à qui je suis redevable d'un certain nombre de poissons et d'utiles renseignements sur la langouste ou homard de Juan Fernandez, de M. Ciro N. Agüero (de Lima) qui a eu l'obligeance de m'envoyer certains poissons du Callao qui remontent le grand courant jusqu'à nos côtes et je dois également de sincères remercîments aux savants ichthyologues M. C. Tate-Regan (de Londres) et les docteurs Jordan, Bean et Gil (des États-Unis) ainsi que Stead du Musée de Sidney (Australie) qui veulent bien m'envoyer très régulièrement leurs études systématiques, oú figurent des espèces chiliennes.

(1) *Essai d'une Bibliographie chilienne d'Histoire naturelle.*

Qu'il me soit finalement permis d'adresser mes remercîments au nom de la Société scientifique du Chili pour la déférence qui m'a été accordée en écoutant le modeste rapport que je viens de présenter devant cette docte assemblée.

Buenos Aires, le 15 juillet 1910.

# ELEMENTOS Y EFEMÉRIDES DEL COMETA F 1913 (DELAVÁN)

Por P. T. DELAVÁN y B. H. DAWSON (1)

---

Los elementos siguientes fueron calculados fundándose en seis observaciones en La Plata combinados en tres lugares.

Las observaciones son: diciembre 17, Hussey; diciembre 17, Dawson; diciembre 17, Dawson; diciembre 30, Dawson; diciembre 30, Hussey y enero 8, Dawson.

ELEMENTOS

$$\begin{aligned} T &= 1914 \text{ oct. } 30.07304 \qquad \text{Gr. M. T.} \\ \omega &= 97^\circ\ 4'\ 22''.1 \\ \Upsilon &= 58\ \ 43\ \ 28.0 \\ i &= 69\ \ \ 4\ \ 12.9 \end{aligned} \left.\vphantom{\begin{matrix}a\\b\\c\end{matrix}}\right\} 1914.0$$

$$\text{Log } q = 0.0524510.$$

$$\text{Residuos (O — C); } \Delta\lambda \cos\beta = -\ 5''.7$$

$$\Delta\beta = -\ 1.3$$

Constantes para el ecuador de 1914.0:

$$\begin{aligned} x &= r\,[9.7797956] \sin (217^\circ 31' 56''.4 + v) \\ y &= r\,[9.9082600] \sin (201\ \ 29\ \ 22.1 + v) \\ z &= r\,[9.9960211] \sin (117\ \ \ 8\ \ 53.4 + v) \end{aligned}$$

(1) El señor Pablo T. Delaván, astrónomo del observatorio de La Plata, nos remite para su publicación los interesantes datos siguientes, sobre *Elementos y efemérides del cometa F 1913,* descubierto por el propio profesor señor Delaván, el 17 de diciembre próximo pasado. *(La Dirección).*

EFEMÉRIDES

| 1913 Gr. M. T. | | $\alpha$ | $\delta$ | log | Mag. |
|---|---|---|---|---|---|
| Marzo | 1.5 | $2^h42^m20^s.1$ | + 3°44′34″ | 0.5904 | 9.1 |
| | 5.5 | 2 43 47.0 | 4 28 24 | 0.5919 | |
| | 9.5 | 2 45 26.7 | 5 12 32 | 0.5932 | |
| | 13.5 | 2 47 19.1 | 5 56 58 | 0.5942 | |
| | 17.5 | 2 49 23.4 | 6 41 41 | 0.5950 | |
| | 21.5 | 2 51 39.7 | 7 26 40 | 0.5954 | 9.0 |
| | 25.5 | 2 54 7.4 | 8 11 56 | 0.5955 | |
| | 29.5 | 2 56 46.1 | 8 57 28 | 0.5953 | |
| Abril | 2.5 | 2 59 35.3 | 9 43 16 | 0.5948 | 8.9 |
| | 6.5 | 3 2 34.7 | 10 29 20 | 0.5939 | |
| | 10.5 | 3 5 44.2 | 11 15 42 | 0.5927 | |
| | 14.5 | 3 9 3.4 | 12 2 23 | 0.5911 | 8.8 |
| | 18.5 | 3 12 32.3 | 12 49 25 | 0.5891 | |
| | 22.5 | 3 16 10.8 | 13 36 48 | 0.5867 | 8.7 |
| | 26.5 | 3 19 58.7 | 14 24 37 | 0.5841 | |
| | 30.5 | 3 23 56.0 | 15 12 51 | 0.5810 | 8.6 |

Las magnitudes son basadas en una de 9.3 asumida para diciembre 30.5.

La razón de los residuos indica que no se puede reducirlos materialmente en la hipótesis del movimiento parabólico.

Estos elementos indican que el cometa llegará á ser un poco más brillante que la quinta magnitud cerca del perihelio.

# MEMORIA ANUAL

## DEL PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

CORRESPONDIENTE
AL XLI° PERÍODO ADMINISTRATIVO (1° DE ABRIL DE 1913 Á 31 DE MARZO DE 1914)
LEIDA EN LA ASAMBLEA DEL 14 DE ABRIL DE 1914

---

Señores consocios:

De acuerdo con lo prescripto por el artículo 19, inciso 9°, de los nuevos estatutos aprobados por el gobierno de la nación con fecha 7 de enero del corriente año, voy á daros cuenta del estado actual de nuestra Sociedad y de su marcha durante el XLI° período administrativo (1° de abril de 1913 á 31 de marzo de 1914).

*Junta directiva.* — En la asamblea del 4 de abril del año próximo pasado quedó constituída la Junta directiva que debía regir los destinos de nuestra institución, en la siguiente forma:

*Presidente:* ingeniero Santiago E. Barabino.

*Vicepresidente 1°:* ingeniero Nicolás Besio Moreno.

*Vicepresidente 2°:* doctor Julio J. Gatti.

*Secretario de actas:* ingeniero Enrique Butty.

*Secretario de correspondencia:* ingeniero Jorge W. Dobranich.

*Tesorero:* doctor Martiniano Leguizamón Pondal.

*Bibliotecario:* ingeniero Delio D. Demaría Massey.

*Vocales:* doctor Agustín Álvarez, doctor Horacio Damianovich, ingeniero E. Pablo Bordenave, ingeniero Juan A. Briano, señor Rómulo Bianchedi, doctor Juan B. González, ingeniero Carlos Wauters.

Por renuncia del doctor Julio J. Gatti del cargo de vicepresidente segundo, del ingeniero Delio D. Demaría Massey del de bibliotecario y

de los señores doctor Horacio Damianovich y Rómulo Bianchedi, del de vocales, en la asamblea de fecha 28 de julio fueron elegidos para desempeñar los mencionados cargos, respectivamente, los señores doctor Francisco P. Lavalle, doctor Tomás J. Rumi, profesores Camilo Morel y Juan Nielsen.

Por renuncia del ingeniero E. Pablo Bordenave y profesor Camilo Morel, del cargo de vocales, en la asamblea de fecha 9 de septiembre fueron nombrados para reemplazarlos los señores ingeniero Oronte A. Valerga y Amado Bialet Laprida.

Así constituída ha funcionado hasta la fecha, y en las 31 sesiones celebradas, después de haberse tomado en consideración y despachado todos los asuntos entrados, fueron tomadas entre otras las siguientes resoluciones :

Á solicitud de la Asociación internacional del congreso de caminos, se resolvió designar al ingeniero José I. Girado para representar á la sociedad en el tercer congreso á realizarse en Londres el 23 de junio del año próximo pasado.

Contribuir con la suma de 200 francos para ayudar á la Sociedad internacional de tablas físico químicas, en la publicación de sus trabajos.

De acuerdo con una nota del director general de minas, geología é hidrología solicitando que la Sociedad concediera el local social para que algunos miembros del personal de aquella dirección diera una serie de conferencias, y que la Sociedad las auspiciara, se resolvió favorablemente dicho pedido y es así como se han dado las interesantes conferencias cuyos conferencistas y temas se detallarán más adelante.

Adherirse al IX° Congreso internacional de hidrología, climatología y geología á celebrarse en Canadá y se nombró al cónsul argentino en Montreal para representar á la Sociedad en dicho congreso.

Á solicitud de varios presidentes de sociedades de ingenieros de Estados Unidos, se resolvió adherirse al Congreso internacional de ingeniería que con motivo de la exposición internacional de Panamá, tendrá lugar en San Francisco de California en septiembre de 1915 y á cuya exposición también se resolvió adherirse.

Adherirse al Congreso nacional penitenciario y al Congreso nacional del niño á celebrarse ambos en esta Capital, habiéndose designado como delegado para representar á la Sociedad en este último al doctor Horacio Damianovich.

Adherirse al Congreso internacional de americanistas á reunirse en Wáshington en 1914.

Designar á los señores doctor Ángel Gallardo, ingeniero Santiago

E. Barabino, doctor Enrique Herrero Ducloux, ingeniero Nicolás Besio Moreno, ingeniero Enrique Hermitte, doctores Pedro N. Arata, Francisco P. Lavalle, Atilio A. Bado, Claro C. Dassen, ingenieros Juan F. Sarhy, José A. Medina y doctor R. Gaus para componer el Comité argentino que auspiciará la obra de las Tablas físico-químicas y tecnología.

Con motivo del muy lamentado fallecimiento del ex presidente y socio honorario de nuestra Sociedad, el ingeniero Luis A. Huergo, se resolvió que la Junta directiva asistiera en corporación á velar el cadáver del ilustre extinto; invitar á todos los socios á concurrir al sepelio; designar al ingeniero Barabino para que en calidad de presidente hiciera uso de la palabra en el acto de la inhumación de los restos; dirigir una nota de pésame á la familia é iniciar los trabajos tendientes á honrar la memoria de tan benemérito ciudadano, mandando pintar un retrato al óleo para colocarlo en el salón social y dedicar á su memoria un número especial de los *Anales;* contribuir con 500 pesos en la subscripción iniciada por el Centro nacional de ingenieros para el homenaje por tributarse á su memoria, é iniciar á su vez una subscripción entre los socios con el mismo objeto.

En virtud de acercarse la fecha de la conmemoración del primer centenario de nuestra independencia, á cuya conmemoración nuestra Sociedad debía asociarse, se nombró una comisión compuesta de los señores ingenieros S. E. Barabino, N. Besio Moreno y Carlos Wauters, para formular el programa de festejos, presentando dicha comisión el siguiente proyecto :

1° Publicar un volumen especial de la Historia de la ciencia argentina desde la emancipación del país hasta esa fecha, con cuyo objeto se invitaría desde ya á los señores presidentes de las diversas sociedades científicas del país para resolver la forma más conveniente de realizar este pensamiento, confiando á cada una de ellas la rama que le corresponda, bajo los auspicios de la Sociedad Científica Argentina.

2° Cumplir de entre los votos formulados por el Congreso científico internacional americano de 1910 aquellos que la Junta directiva crea más convenientes.

Para llevar á la práctica la primera parte de dicho proyecto, se resolvió que el trabajo relativo á publicación de la Historia sintética de ciencia argentina, sería confiado á las instituciones que á continuación se expresan y de acuerdo con la siguiente clasificación :

*Ciencias puras.* — 1° Ciencias filosóficas, á cargo de la Facultad de filiosofía y letras ;

2° Ciencias matemáticas, astronómicas y físicas, á cargo del Centro nacional de ingenieros;

3° Ciencias químicas y mineralógicas, á cargo de la Sociedad química argentina;

4° Ciencias naturales, á cargo del Museo nacional de historia natural.

*Ciencias aplicadas.* — 1° Ingeniería, á cargo del Centro nacional de ingenieros;

2° Medicina, á cargo de la Sociedad médica argentina;

3° Ciencias jurídicas, á cargo del Centro jurídico;

4° Ciencias agrarias, á cargo de la Sociedad de ingenieros agrónomos y del Centro de medicina veterinaria;

5° Industrias, á cargo de la Unión industrial argentina.

*Bellas artes.* — 1° Literatura, á cargo del Ateneo nacional;

2° Música, á cargo del Conservatorio de Williams;

3° Arquitectura, á cargo de la Sociedad central de arquitectos.

4° Pintura y escultura, á cargo de la Escuela de Bellas artes.

Con motivo de la llegada al pais del distinguido profesor doctor Walther Nernst y deseando la Junta directiva que la Sociedad le rindiera el debido homenaje, se designó una comisión compuesta de los señores ingeniero Santiago E. Barabino, doctor Tomás J. Rumi, profesor Camilo Méyer, doctores M. Leguizamón Pondal, Horacio Damianovich, é integrada más tarde con los doctores Guillermo Schaefer, Víctor J. Bernaola y Walther Sorkau para organizar los trabajos de recepción y homenaje.

Por indicación del doctor Ángel Gallardo, quien se había dirigido á distintas personalidades de los Estados Unidos, solicitándoles hicieran valer su influencia para que el V° Congreso científico segundo panamericano se realice en San Francisco de California en 1915 en ocasión de la exposición que tendrá lugar en aquella fecha, la Junta directiva resolvió enviar una nota al señor ministro en Wáshington, en ese sentido, como asimismo al Comité ejecutivo que fué nombrado en Santiago de Chile, para organizar dicho congreso.

Con motivo del sentido fallecimiento del ex presidente de nuestra Sociedad, el doctor Agustín Álvarez, se tomaron las siguientes resoluciones :

Que los miembros de la Junta directiva asistieran en corporación, en representación oficial de la Sociedad, en el acto del sepelio de los restos del distinguido consocio.

Invitar á los socios á acompañar los restos.

Designar al doctor Juan B. González para que hiciera uso de la palabra en nombre de la Sociedad.

Dirigir una nota de pésame á la familia.

Con el objeto de asociarse al duelo general que produjo la trágica muerte del malogrado aviador ingeniero Jorge Newbery, fueron tomadas las siguientes resoluciones :

1ª Concurrir los miembros de la Junta directiva á velar los restos;

2ª Invitar á los socios á asistir al acto del sepelio;

3ª Dirigir una nota de pésame á la señora viuda del extinto y otra en igual sentido al Aero Club Argentino.

Otras resoluciones de relativa importancia fueron tomadas en el transcurso del período, las que, por no molestar la atención de la asamblea, omito en detalle.

*Bases y reglamento de la sociedad.* — Percibida la Junta directiva de que nuestros estatutos no correspondían ya á la situción en que la Sociedad se halla, tanto del punto de vista científico como social, creyó, no sólo oportuno, sino necesario, proceder á modificarlos en concordancia con las condiciones actuales de nuestra asociación.

Con este objeto consiguió, de acuerdo con el reglamento vigente, la presentación de diez socios solicitando su reforma. (Artº 48, tít. XIV.)

Convocada la asamblea á que se refiere dicho artículo, ésta, en su sesión de 28 de julio de 1913, autorizó á la Junta directiva para proceder á reformarlos. Con este propósito designó una comisión compuesta del presidente ingeniero Santiago E. Barabino y del vocal ingeniero Carlos Wauters, los que se expidieron presentando un proyecto que la Junta directiva, previa discusión, aprobó y elevó á la consideración de la asamblea extraordinaria que con tal objeto se verificó el 9 de septiembre de 1913, la que á su vez, después de discutir el proyecto indicado, lo sancionó en la forma que acaba de ser aprobado por el gobierno de la nación con fecha 7 de enero de 1914, y que ha sido puesto en conocimiento de los señores consocios por haberse impreso en los *Anales* y repartido en edición por separado.

*Congreso científico internacional americano de 1910.* — La Comisión directiva del Congreso científico internacional americano, en virtud de no disponer de fondos para proseguir la última tarea que le quedaba, esto es, la publicación de las memorias presentadas á dicho congreso, resolvió dar por terminados sus trabajos y declinar en la So-

ciedad Científica, de la que había emanado su mandato, y dejar sin embargo subsistente la Comisión de publicaciones presidida por el ingeniero Santiago E. Barabino, teniendo por secretario al ingeniero Nicolás Besio Moreno y por vocales á los respectivos secretarios de las diversas secciones.

La Junta directiva aceptó el temperamento propuesto y se hizo cargo de los documentos y del saldo de los fondos que la extinguida comisión poseía, en esta forma :

1° En un cheque de pesos 6006,08, saldo de las entradas por concepto de adhesiones;

2° Depósito de pesos 3840,88 en el Banco de la nación, saldo de los 100.000 entregados por la Comisión del centenario para sufragar los gastos del congreso.

Al mismo tiempo en su sesión de fecha 2 de marzo confirmó la designación de la Comisión de publicacianes hecha por la Directiva del congreso.

*Homenaje á Ameghino.* — De acuerdo con las resoluciones que se tomaron en las asambleas realizadas con este objeto y en las que se designaron la Comisión honoraria, la Junta ejecutiva y la Comisión consultiva y teniendo presente el plan de homenaje que fué aprobado por la Junta directiva de nuestra Sociedad, se ha dado principio á los trabajos tendientes á la realización de esas resoluciones, que comprenden en sí una obra compleja, en la que figura, en primer lugar, una acción de propaganda en toda la república, que ya se ha llevado á cabo con la reimpresión de un folleto sobre la vida y obra del sabio, redactado por los señores Juan B. Ambrosetti y Víctor Mercante, que autorizaron á la Junta ejecutiva con toda gentileza para que pudiera hacerse una edición destinada á hacer conocer la personalidad de Ameghino en todo el país y muy especialmente en los establecimientos educacionales. Esta edición ha sido ya distribuída de acuerdo con los fines de su publicación.

Después de realizada esta parte del programa, fué necesario organizar el plan que respondiera á una acción eficaz, en el concepto de que la subscripción nacional, con cuyo producido debe costearse los gastos del homenaje definitivo, fuera de positivos resultados. Es necesario hacer notar aquí, que excepción hecha de los centros intelectuales de la Capital y de La Plata y de algunos especialistas y estudiosos del interior, el nombre de Ameghino no era conocido en toda la amplitud de su vasta obra, y fué necesario entonces que delegacio-

nes especiales formadas por miembros de nuestra Sociedad recorrieran el país, fundando en todas las capitales de provincia subcomités encargados de secundar la acción de la Junta ejecutiva, tanto en la divulgación de la personalidad científica de Ameghino, como en la ardua tarea de organizar los trabajos para llegar á hacer efectiva la subscripción nacional, que era el objetivo de esta segunda parte del programa trazado y aceptado.

Con este objeto se designaron las siguientes comisiones :

Para La Plata : ingenieros S. E. Barabino, Nicolás Besio Moreno, doctor Juan B. González, ingeniero Vicente Castro, doctor Francisco P. Lavalle, ingeniero Enrique Marcó del Pont, señor Rómulo Bianchedi y doctor Horacio Arditi.

Para las ciudades de Rosario, Santa Fe y Paraná : ingenieros Vicente Castro, Juan A. Briano y doctor M. Leguizamón Pondal.

Para Córdoba : ingenieros S. E. Barabino, Nicolás Besio Moreno y doctor Tomás J. Rumi.

Para Santiago, Tucumán, Salta y Jujuy : señores ingeniero Nicolás Besio Moreno y doctor Tomás J. Rumi.

Para Catamarca y Rioja : señores teniente coronel Antonio Romero y doctor Alfredo Sordelli.

Para Mendoza, San Luis y San Juan : señores doctor Nicolás González Luján é ingeniero E. Pablo Bordenave.

Al mismo tiempo que se fundaban los subcomités en el interior, se pidió y obtuvo el concurso de la prensa para la propaganda correspondiente, habiendo ésta respondido en forma amplia, dando cuenta de todos los actos realizados y haciendo obra de difusión en sueltos y artículos editoriales, tanto en la Capital como en el interior de la República.

Toda esta obra debía preceder lógicamente, como preparación del medio ambiente, á la subscripción; y antes de entregar á la circulación las listas respectivas, se creyó necesario realizar en la Capital una velada de homenaje, con el objeto de que el nombre de Ameghino tuviera la popularidad que justamente merece; dicho acto se realizó en el teatro Colón, en la noche del 20 de octubre del año anterior, con resultado halagador, pues la comisión formada por el doctor Francisco P. Lavalle, ingeniero Vicente Castro, doctor Carlos M. Morales, ingenieros Nicolás Besio Moreno, Enrique Marcó del Pont y doctor Juan B. González, consiguió incluir en el programa, además de los discursos del presidente de la Científica, ingeniero Santiago E. Barabino y señor Ricardo Rojas, el discurso inaugural del entonces Mi-

nistro de instrucción pública doctor Carlos Ibarguren, haciendo concurrir la acción oficial al solemne homenaje.

Cumplida esta segunda parte, se dió principio á la distribución de listas de subscripción, utilizando para ésto las nóminas de personas aptas y de responsabilidad á quienes podían ser confiadas, nóminas que se solicitaron á los subcomités del interior; una parte de estas listas se ha distribuído en la provincia de Santiago del Estero y La Plata, no habiéndose hecho en el resto del país á causa de que la época avanzada del año hacía peligrar el éxito en la recolección de fondos, teniendo en cuenta que esas listas se confían en su mayor parte al personal docente y que la época de vacaciones imposibilita este género de trabajo. Corresponde á la nueva Junta ejecutiva realizar hasta su terminación esta última parte del programa trazado. Las listas se empezaron á distribuir el 1° de octubre y las últimas llevan fecha 8 de noviembre, habiéndose suspendido la distribución porque en ellas se establece como plazo para la devolución el 31 de diciembre del año pasado; para las nuevas habrá que fijar nuevo plazo para esa devolución. El número de las distribuídas alcanza á 790, habiéndose recibido una parte de ellas con el producido de 2744 pesos moneda nacional, que se encuentra depositado en el Banco de la nación argentina, en caja de ahorros y á la orden del presidente y tesorero de la Junta ejecutiva.

La labor realizada en las diferentes partes del programa ligeramente bosquejado, se pone de manifiesto desde que se inició la tarea de constituir los subcomités de propaganda. Para obtener ese resultado se dirigieron comunicaciones á todos los miembros del personal directivo y docente de las universidades, colegios nacionales y escuelas normales del interior, interesándolos en la obra, á cuyo efecto se pasaron por secretaría 1143 notas, dirigidas á las personas que estaban en condiciones de formar parte de esos subcomités, y 123 notas á los directores de diarios y periódicos pidiéndoles la mayor propaganda para el mejor éxito de dichas constituciones. Los gobernadores de provincia recibieron también comunicaciones en las que se pedía el concurso oficial para asegurar el buen resultado en las gestiones que deben iniciar los subcomités.

Terminada la fundación de los subcomités, se dió principio á la distribución del folleto á que se ha hecho referencia anteriormente, mandándose abundante número de ejemplares á cada subcomité; aparte de ésto, se remitieron directamente paquetes, que contenían diez ejemplares cada uno, á 109 establecimientos educacionales de

enseñanza secundaria, normal y especial, acompañados de una nota en la que se pedía que dichos ejemplares se destinaran á la biblioteca de esos establecimientos, para que los alumnos pudieran conocer la obra fecunda del sabio investigador.

Acompañados igualmente de una circular explicativa, con idéntico objeto se enviaron 513 ejemplares á las escuelas de la provincia de Buenos Aires, 331 á las escuelas de los territorios y 1375 á las escuelas nacionales de las provincias, teniéndose así la seguridad de que en ninguna parte del territorio argentino el nombre de Ameghino sea hoy desconocido.

Sólo quedaba por llenar la última parte del programa haciendo circular profusamente las listas de subscripción y, como se ha tenido ocasión de manifestar anteriormente, es á la nueva Junta ejecutiva á quien corresponde terminarlo.

No debo terminar la relación de estos trabajos sin hacer presente que en virtud de las razones que dió el doctor Juan B. González en su notarenuncia de fecha noviembre 24 próximo pasado, que se encuentra en el archivo de la Sociedad, dicha renuncia le fué aceptada y se hizo cargo provisionalmente de la secretaría general el señor ingeniero Enrique Butty, que ha actuado desde esa fecha hasta el presente.

Esto es en síntesis lo que se ha hecho en lo relativo al homenaje.

*Asambleas.* — En el transcurso del período terminado se han celebrado cuatro asambleas, en las cuales se ha procedido á la lectura y aprobación de la memoria anual correspondiente al XLI° período administrativo, renovación de la Junta directiva, integración de la misma y del cuerpo de redactores de los *Anales,* nombramiento de director y un secretario de los mismos, en reemplazo del ingeniero Santiago E. Barabino que fué elegido para desempeñar el cargo de presidente de la Sociedad y del doctor Atilio A. Bado que renunció, y consideración y aprobación de las reformas introducidas en las bases y reglamento de la Sociedad.

*Conferencias.* — La Comisión de estudio que la Junta directiva nombrara para llevar á la práctica la organización de conferencias, con el fin de ampliar la acción social y científica de nuestra Sociedad, logró obtener en su gestión el mejor éxito, como puede verse por la serie de conferencias que fueron dadas durante el período y que á continuación se detallan :

7 de mayo. *Borneo,* por el doctor Guido Bonarelli.

14 de mayo. *La formación petrolífera de Salta y Jujuy,* por el doctor Guido Bonarelli.

21 y 28 de mayo. *Costumbres de aves americanas,* por la profesora Elina G. A. de Correa Morales (1ª y 2ª parte).

El doctor Horacio Damianovich inició, en el mes de junio próximo pasado, una serie de seis conferencias sobre *Materia, fuerza y vida desde el punto de vista científico, ideas antiguas é investigaciones modernas,* las que tuvieron lugar los días 4, 11, 18 y 25 de junio, y 2 y 11 de julio, en las que desarrolló el siguiente programa:

INTRODUCCIÓN Y PLAN GENERAL

I. *Analogías y diferencias entre los organismos y los « inorganismos »*

Punto de vista estático; la materia y la forma: 1. Constitución física y química de los organismos y de los inorganismos; evolución química y evolución morfológica. — 2. La forma: morfología sintética; estructuras artificiales y estructuras orgánicas.

Punto de vista dinámico: intercambio de energía. — Fisiología general. — Movimiento. — Asimilación. — La energía química de la *materia viva.* — Los fermentos. — Analogía entre las acciones bioquímicas de los fermentos naturales y las acciones catalíticas de los *fermentos artificiales.* — División celular. — La físicoquímica de los coloides y las investigaciones modernas sobre la cariocinesis. — Fecundación química y cruzamiento. — Partenogénesis artificial. — Biofotogénesis. — Escitabilidad como propiedad general de la materia.

II. *Evolución de la vida*

El principio de la continuidad. — La *vida de la materia* y las doctrinas antiguas y modernas sobre el origen de la *vida orgánica.* — ¿ Puede considerarse la evolución orgánica como una consecuencia de la evolución inorgánica ? — La doctrina de la generación espontánea en el presente y en el pasado. — Síntesis de las investigaciones modernas. — Observaciones generales sobre los métodos empleados. — Resumen y conclusiones.

16 de junio. *Observaciones áeroeléctricas efectuadas durante el eclipse solar del 10 de octubre de 1912,* por el doctor Jacobo Laub.

1º de agosto. *El cáncer,* por el doctor Roberto Wernicke.

6, 13 y 22 de agosto. *Historia de la navegación aérea,* por el ingeniero Nicolás Besio Moreno.

20 y 27 de agosto, 3 y 10 de septiembre. *La filosofía de las matemáticas,* por el profesor Camilo Méyer, en las que desarrolló el siguiente programa :

PRIMERA SERIE

*La filosofía de las matemáticas y su evolución desde la doctrina cartesiana hasta el positivismo de Comte*

*Primera conferencia (desde Descartes hasta Leibnitz).* — Introducción : 1. Las dos tendencias de la filosofía de las matemáticas. Elección del período moderno desde Descartes hasta Comte. — 2. La matemática universal de Descartes. La imaginación en la filosofía matemática de Descartes. — 3. La filosofía matemática desde Descartes hasta Leibniz. La filosofía de Malebranche. La filosofía de Spinosa. — 4. La filosofía matemática de Leibnitz. Antagonismo entre la obra de Newton y la de Leibnitz. El dinamismo intelectual. Resumen y comparación de las filosofías matemáticas de Descartes, Spinosa y Leibnitz.

*Segunda conferencia (desde Kant hasta Augusto Comte).* — Introducción : 1. Fracaso de la filosofía matemática de Leibnitz. Sus causas. — 2. La metafísica del cálculo infinitesimal. — 3. La filosofía matemática de Kant. Importancia atribuída por Kant á la filosofía matemática. Antagonismo de Kant con las ideas de Leibnitz y Newton. El esquematismo transcendental. Resumen. — 4. La filosofía matemática de Augusto Comte. La obra de Laplace y Lagrange. La mecánica analítica. La matemática abstracta. Conclusiones.

SEGUNDA SERIE

*Las teorías físicas y límites del conocimiento*

*Primera conferencia (el mecanismo y la energética).* — 1. El mecanismo. — 2. El atomismo y el mecanismo. El atomismo y el continuismo. Últimas victorias de la teoría atomística. Los Quanta de Planck. — 3. La energética. Base de la energética. Carácter filosófico de la querella entre el mecanismo y la energética. Exclusión de la invención. La teoría física ha de prever y ser fecunda. Superioridad del mecanismo. — 4. El mecanismo, la energética y el nominalismo. Sentido verdadero de las palabras « explicación mecánica ». El nominalismo mitigado.

*Segunda conferencia (los límites del conocimiento científico).* — 1. El problema de la verdad. Condiciones y naturaleza de la verdad científica. — 2.

La teoría del conocimiento. Dificultad del conocimiento experimental. El cálculo de las probabilidades en la inducción. Probabilidades de las causas. El peligro del postulado de la simplicidad. — 4. Límites del conocimiento científico. Imposibilidad de elevarse hasta los principios por medio de la generalización. El límite del conocimiento se halla entre la teoría experimental y la teoría matemática.

26 de agosto. *Los animales como intermediarios de las enfermedades del hombre,* por el doctor Roberto Wernicke.

17 de septiembre. *De la protección de los edificios modernos por medio de los pararrayos,* por el ingeniero H. M. Levylier.

24 de septiembre. *Estado actual de los problemas de inmunidad y anafilaxia,* por el doctor Felipe A. Justo.

22 de octubre. *Los paragranizos eléctricos en la República Argentina,* por el ingeniero H. M. Levylier.

7 de noviembre. *La predicción del tiempo á largo plazo, especialmente en la Argentina,* por el profesor Alfredo Jatho.

Organizadas por la Dirección general de minas, geología é hidrología, y patrocinadas por nuestra Sociedad, fueron dadas las siguientes conferencias :

14 de junio. *Geología de las sierras de Buenos Aires y sus relaciones con las montañas de Sud África y con los Andes,* por el doctor Juan Keidel.

28 de junio. *La nieve penitente de los Andes argentinos y la morfología de la región,* por el doctor Walther Schiller.

23 de agosto. *Principales resultados provenientes de estudios hidrográficos y geológicos del valle de Fiambalá, provincia de Catamarca,* por el doctor Walther Penck.

6 de septiembre. *Constitución geológica de la zona petrolífera del Neuquén,* por el doctor Anselmo Windhausen.

Patrocinadas por el Congreso nacional del niño, fueron dadas las que á continuación se expresa :

12 de septiembre. *Importancia del Congreso nacional del niño,* por la doctora Elvira Rawson de Dellepiane.

27 de septiembre. *Historia de niños abandonados,* por la señora Julia S. de Curto.

4 de octubre. *Ideas sonantes sobre educandos y educacionistas,* por el señor Clemente Onelli.

Además fueron presentadas á la consideración de la Sociedad, las siguientes comunicaciones:

5 de mayo. *Los fenómenos del parasitismo en los vegetales,* por el profesor Lucien Hauman Merck.

9 de junio. *Contribución al estudio de los cristales líquidos,* por el doctor Teófilo Isnardi.

Á excepción de cinco conferencias, todas las demás fueron ilustradas con numerosas proyecciones luminosas.

Por invitación del señor presidente de la Dirección de las obras sanitarias de la nación, la Sociedad efectuó el 17 de agosto una visita á la nueva torre de toma de agua en el río de la Plata, á la cual asistió un gran número de socios.

*Socios.* — El movimiento de socios ha sido el siguiente: el número de socios activos, que el 31 de marzo de 1913 era de 638, ha disminuído á 554, no obstante haber ingresado, durante el período, 35 socios nuevos y reingresado 4, lo que hace un total de 39. Esta considerable disminución es debida á que la Junta directiva resolvió declarar cesantes á 82 socios activos, de acuerdo con el artículo 4° del reglamento; haber fallecido 8 y renunciado 33. El número de socios honorarios ha quedado reducido á 5 con motivo del muy lamentado fallecimiento del ingeniero Luis A. Huergo. El de correspondientes es de 58.

La Sociedad ha tenido también que lamentar el fallecimiento de los consocios doctor Agustín Álvarez, ingeniero Teodoro F. Morón, señores José L. Pascual, Juan A. Langdon, José Soldatti, é ingenieros Augusto Terracini, Pedro Ezcurra, Carlos Nystromer, Jorge Newbery, y del socio correspondiente doctor Federico Ristenpart.

He aquí la nómina de los socios activos ingresados:

Doctor Juan A. Boeri, ingeniero Juan J. Elordi, doctor Juan F. Aranguren, profesor doctor Felipe A. Justo, señor Carlos Lizer, doctor Carlos Jesinghaus, señor E. S. Cynalewscki, doctor Nicolás González Luján, ingeniero Raúl Hersfeld, ingeniero José Carniglia, señor Francisco Esteban, señor Adolfo Garbet, doctor Anselmo Windhausen, doctor Ángel Roffo, doctor Ramón Logarte, doctor Guillermo Hileman, profesor Rodolfo Senet, doctor Víctor Widakovich, doctor Salvador Mazza, señor Amado Bialet Laprida, doctor Walther Moring, doctor Juan José Díaz Arana, doctor Salvador Debenedetti, doctor Antonio Buadá y Morant, ingeniero Juan Delvinioti, doctor Luis Merzwacher, señor Juan B. Lara, señor Carlos L.

Carboneschi, señor Julio Dolder, señor Miguel Reyes, doctor Carlos Kurt Housseus, señor José L. Pertile, señor Luis Delletang, doctor Francisco Nacher y señor Ramón Rodríguez de Vicente.

Los reincorporados fueron:

Doctor Walther Sorkau, ingeniero Alberto Schneidewind, coronel Gustavo Sundblad Roseti y profesor José T. Ojeda.

*Tesorería.* — El cargo de tesorero ha sido desempeñado por el doctor Martiniano Leguizamón Pondal, quien lo ha atendido con toda la dedicación y fiscalización que este delicado cargo requiere.

Los cuadros de tesorería que se agregan á esta memoria demuestran el estado financiero de la Sociedad y el movimiento de las diferentes cuentas habido durante el período terminado. En dichos cuadros no figuran las cuentas correspondientes á los fondos del Congreso científico internacional americano y de la exploración de la laguna Iberá, por cuanto ellos se llevan por separado.

La cuenta correspondiente á dicho congreso arroja un saldo á favor de pesos 9846,96, incluído en esta suma el saldo del fondo de adhesiones. En cuanto á la cuenta correspondiente á la exploración de la laguna Iberá, el saldo es de pesos 3559,13 moneda nacional, cuyo total está afectado á publicaciones relativas á las referidas cuentas.

Los libros de contabilidad han sido llevados en forma y se encuentran al día.

Continúan depositados en custodia en el Banco de la Nación los siguientes documentos, cuyo certificado de depósito se encuentra en poder del gerente de la Sociedad.

Un título de propiedad de la casa Cevallos 269.

Dos comprobantes de pagos de paredes medianeras.

Dos comprobantes de aprobación de cuentas rendidas á la Contaduría general de la nación por pesos trece mil ochocientos ochenta y tres con tres centavos moneda nacional ($ 13.883,03 m/n), y pesos seis mil ciento diez y seis con noventa y siete centavos moneda nacional ($ 6116,97 m/n) correspondientes á los fondos recibidos del gobierno de la nación para gastos de representación y publicación de los trabajos presentados al IV° Congreso científico, 1° panamericano, de Chile.

Dos comprobantes de cuentas presentadas á examen de la Contaduría general de la nación por pesos cuarenta y un mil novecientos sesenta y dos con veintitrés centavos moneda nacional ($ 41.962,23 m/n), y pesos ocho mil treinta y siete con setenta y siete centavos moneda nacional ($ 8037,77 m/n) correspondientes á los fondos recibi-

dos del gobierno de la nación para exploración y estudio de la laguna Iberá.

Un título de la deuda pública externa de la provincia de Buenos Aires número 163.527 por valor de cien pesos oro sellado nominales ($ 100 o/s).

*Secretarías.* — Han sido desempeñadas por los ingenieros Enrique Butty la de actas y Jorge W. Dobranich la de correspondencia, quienes han atendido con todo el empeño y dedicación que dichos puestos requieren, el despacho de todos los asuntos entrados y resueltos por la Junta directiva y asambleas, la correspondencia social y redacción de las actas, las relaciones de la Sociedad con las del país y extranjeras.

En buen estado se encuentran los libros de actas de la Junta directiva y asambleas, copiador de notas y demás auxiliares.

La ardua labor de los señores secretarios está representada en parte por las 233 notas y 25 comunicaciones varias que han sido enviadas durante el período y cuyas copias se encuentran en los libros respectivos.

*Biblioteca y archivo.* — El cargo de bibliotecario lo ha desempeñado el ingeniero Delio D. Demaria Massey hasta el 28 de julio en que hizo renuncia de él; habiendo sido elegido para reemplazarlo, desde la misma fecha, el doctor Tomás J. Rumi.

El movimiento de la biblioteca habido durante el período es el siguiente :

Se han recibido en calidad de donación 162 volúmenes y folletos figurando entre los donantes las casas editoras de París de Ch. Béranger, Hermann et fils, Gustave Doin et fils, Gautiers-Villars, Fr. Rudival y Félix Alçan, quienes han contribuído, como lo vienen haciendo desde mucho tiempo atrás, á enriquecer nuestra biblioteca con valiosas é importantes obras.

Además, han enviado interesantes libros los señores : director del Instituto geográfico militar, *La carte de la République Argentine;* Tipografía moderna, *Puerto de Valencia;* director del Museo nacional de México, *Arquitectura en México;* Carlos Lix Klet y otros que sería extenso enumerar. De la mayor parte de los libros recibidos se ha publicado en los *Anales* la correspondiente bibliografía.

Contribuyen á engrosar y enriquecer nuestra biblioteca 272 revistas que se reciben en canje de los *Anales,* procedentes de 34 países,

y las que se detallan á continuación que se reciben por subscripción :

*Ponts et chaussées, Revues des revues, Comptes-rendus de l'Académie de Sciences, Annales de chimie et de physique, Nouvelles annales de mathématiques, Revue des deux-mondes, La nature, Nouvelles annales de la constructión Opperman, Revue scientifique, Giornale trattato générale dell'arte dell'ingegnere, The Builder, Revue générale de sciences, L'industria chimica, Scientia de Milán, Mémorie di architecttura pratica de Torino.*

También se reciben por subscripción la *Enciclopedia universal ilustrada, la Nuova enciclopedia di chimica,* por J. Guareschi.

La biblioteca es constantemente consultada por los señores socios en el local de la Sociedad y á fin de facilitar la tarea de investigación se les ha permitido sacar del local para ser llevados á domicilio temporariamente 80 volúmenes y 97 números de diversas revistas.

Los documentos del archivo se encuentran encuadernados hasta 1890 y catalogados hasta el año 1901, lo cual facilita grandemente la consulta de los importantes documentos que él contiene.

Uno de los puntos que ha preocupado nuestra atención preferente es el de una definitiva sistematización de la biblioteca, tratando de catalogar los libros de acuerdo con un método racional y cómodo que permita á los señores socios manejarlos sin ayuda de empleados, ganando así tiempo y dejando más provechosa libertad al lector. El nuevo catálogo que, fuera de duda, habrá que confeccionar y, como más conveniente, se demuestra el de fichas, será tarea que deberá, á nuestro juicio, preocupar preferentemente al nuevo bibliotecario; tarea que por otra parte le será grandemente facilitada por el catálogo actual que es incompleto é incómodo.

Al efecto, se han hecho construir nuevas estanterías para facilitar la ordenación de los libros y la catalogación proyectada.

*Anales.* — El 7 de diciembre de 1912 quedaron constituídos los cuerpos de dirección y redacción en la siguiente forma :

*Director :* ingeniero Santiago E. Barabino.

*Secretarios :* ingeniero Juan José Carabelli y doctor Atilio A. Bado.

*Redactores :* ingeniero Emilio Rebuelto, doctor Guillermo Schaefer, ingeniero Arturo Grieben, doctor Martiniano Leguizamón Pondal, doctor Teófilo Isnardi, ingeniero Jorge W. Dobranich, ingeniero Evaristo Artaza, doctor Eduardo L. Holmberg, doctor Julio J. Gatti, doctor Pedro T. Vignau, doctor Ernesto Longobardi, profesor

Camilo Méyer, doctor Tomás J. Rumi, ingeniero Eduardo Latzina, doctor Agusto Chaudet.

Habiendo sido elegidos por la asamblea del 4 de abril del año próximo pasado los señores ingeniero Santiago E. Barabino, doctor Julio J. Gatti, ingeniero Jorge W. Dobranich, doctor Martiniano Leguizamón Pondal y doctor Tomás J. Rumi, para desempeñar los cargos de presidente, vicepresidente segundo, secretario de correspondencia, tesorero y bibliotecario, respectivamente, y haber renunciado al cargo el ingeniero E. Artaza, fueron elegidos para reemplazarlos, el doctor Horacio Damianovich en el cargo de director y en el de redactores, los señores Augusto Scala, doctor Alfredo Sordelli, ingeniero Eduardo Volpatti, teniente coronel Antonio Romero y doctor Raúl Wernicke.

Por renuncia del doctor Atilio A. Bado del cargo de secretario de la redacción de los *Anales,* fué elegido para reemplazarlo el doctor José Collo.

Así constituídos dichos cuerpos han funcionado hasta la fecha.

De acuerdo con los nuevos estatutos, en lo sucesivo, los *Anales* estarán á cargo de un director elegido por la Junta directiva y durará dos años en su mandato. El director podrá proponer á la Junta directiva un núcleo de redactores en reemplazo del cuerpo de redactores que anteriormente era nombrado por la asamblea.

El número de subscriptores no ha variado y continúa siendo de nueve, á los que hay que agregar los 25 ejemplares á que está subscripto el ministerio de Relaciones exteriores.

La tirada ha sido como en el período anterior de 900 ejemplares.

Han contribuído á la publicación de los *Anales* con importantes trabajos los señores G. Berndt, C. Schrottky, Antonio Pacinotti, Walther Sorkau, Santiago E. Barabino, Guido Bonarelli, Luis Guglialmelli, Teófilo Isnardi, Camilo Méyer, Guillermo Hileman, Enrique de Carlés, H. M. Levylier, Honorio Leguizamón, Manuel González Fernández, Narciso Laclau, Juan Demichelis, Alfredo Jatho, Ángel Sabatini, Luciano P. Palet, Horacio Damianovich y Nicolás Besio Moreno.

*Gerencia.* — Ha continuado á cargo del señor Juan Botto, quien como en los 28 años anteriores que viene desempeñando este puesto con toda dedicación, ha seguido siendo el eficaz auxiliar de siempre de los señores secretarios, bibliotecario y tesorero.

Estando á su cargo la contabilidad social, ha llevado los libros en

forma y demuestran el empeño con que ha atendido esta importante parte de la administración, los cuadros que se adjuntan á esta memoria y que demuestran el movimiento detallado de las diferentes cuentas habido durante el XLI° período administrativo.

De acuerdo con lo que establece el artículo 13 del reglamento, los miembros salientes de la Junta directiva son los siguientes:

Ingeniero Enrique Butty, profesor Juan Nielsen, señor Amado Bialet Laprida, ingeniero Oronte A. Valerga, doctor Juan B. González, doctor Agustín Álvarez, ingeniero Juan A. Briano, ingeniero Carlos Wauters.

Quedan como vocales: ingenieros Santiago E. Barabino, Nicolás Besio Moreno, doctor Francisco P. Lavalle, ingeniero Jorge W. Dobranich, doctores M. Leguizamón Pondal, Tomás J. Rumi; en consecuencia, hay que proceder á la elección de presidente, vicepresidente primero y segundo, secretario de actas, secretario de correspondencia, tesorero, protesorero, bibliotecario, un vocal de acuerdo con los estatutos aprobados últimamente y otro vocal en reemplazo del ingeniero Butty que ha pertenecido dos años á la Junta directiva.

Señores consocios:

Para terminar esta memoria debo ante todo agradecer el concurso que han prestado á la presidencia de la Junta directiva los señores miembros de la misma, á cuya preparación científica é interés por el engrandecimiento de nuestro centro de cultura nacional se debe la labor realizada, que si no es mucha considerada en absoluto, no ha sido pequeña dentro del marco que encuadra la potencialidad científica y económica de nuestra asociación.

El homenaje á los consocios muertos, que en vida prestaron eficientemente su concurso personal, científico, moral y material á la Sociedad, es un culto tradicional en ésta. Así una de las tareas más honrosas para nosotros ha sido la de contribuir en primera fila á las ceremonias fúnebres ó veladas conmemorativas celebradas en el local social, en nuestros coliseos, en la necrópolis y en los centros de cultura provinciales de toda la república, por la prensa, en actos públicos, en honor de nuestros consocios desaparecidos, el sabio doctor Ameghino y los ilustres ex presidentes ingeniero Luis A. Huergo y doctor Agustín Álvarez, á quienes dedico en este instante el reverente recuerdo de nuestra Sociedad.

Se han iniciado trabajos de real transcendencia, como los tendientes á conseguir que la Sociedad Científica Argentina, conservando su indiscutido carácter de cuerpo avanzado en la marcha lenta pero segura en la amplia ruta de la sabiduría nacional, presida y dirija la labor por realizar en homenaje á la segunda grande fiesta patria, del primer centenario de la Jura de la independencia, el 9 de julio de 1916, como la confederación de asociaciones para obtener un local propio común, etc.

He creído lógico dejar á mi sucesor intervenir desde el principio de esas iniciativas, para que la Sociedad no tenga que cambiar su representación apenas comenzados los trabajos.

Es para mí un deber de justicia nombrar especialmente á tres colaboradores de nuestra Sociedad, por el decidido y eficaz concurso personal prestado á la misma : me refiero á los socios doctor Juan B. González en su carácter de secretario general del Comité ejecutivo de homenaje á Ameghino; al doctor Horacio Damianovich que ha confirmado la opinión que oportunamente manifesté en nuestros *Anales* de que sería un excelente director de los mismos ; y al doctor Rumi á quien la biblioteca debe más de una reforma y más de una iniciativa que la pondrán en grado de prestar los servicios de que su importante biblioteca es capaz.

SANTIAGO E. BARABINO

# BIBLIOGRAFÍA

---

**Programmes des travaux, noms des rapporteurs, vœux et conclusions de XII$^{e}$ congrès internationaux de navigation (1885-1912)**, publicado por la « Association internationale permanente des Congrès de navigation ». Un volumen de 360 páginas. Bruselas, 1913.

Este tomo que acaba de repartir la « Association internationale permanente des Congrès de navigation » llena un vacío que ya se hacía sentir. En efecto, las publicaciones hechas con motivo de los distintos congresos de navegación habidos desde 1885 hasta la fecha, forman una colección muy numerosa que difícilmente puede hallarse completa, especialmente entre nosotros. Se notaba la falta, por lo tanto, de un trabajo que resumiese la obra de los congresos de navegación habidos hasta el presente, exponiendo los resultados de las deliberaciones en que han intervenido las personalidades contemporáneas más eminentes en trabajos hidráulicos.

La publicación que lleva el título que encabeza estas líneas llena el vacío en forma bastante completa, pues en ella se hallan reunidos los siguientes datos de cada congreso : el programa, el nombre de los autores de memorias, etc., los títulos de las comunicaciones y demás publicaciones presentadas, y lo que constituye la parte más interesante, es decir, las conclusiones votadas y los votos emitidos. Las listas de publicaciones en realidad no constituyen una novedad, pues ya habían sido publicadas hace algunos años.

Los congresos que han sido considerados son los siguientes :

Congresos internacionales de navegación interior : 1º Bruselas (1885); 2º Viena (1886); 3º Francfort del Mein (1888); 4º Manchester (1890); 5º París (1892); 6º La Haya (1894).

Congresos internacionales de navegación : 7º Bruselas (1898); 8º París (1900); 9º Düsseldorf (1902); 10º Milán (1905); 11º San Petersburgo (1908); 12º Filadelfia (1912).

Congresos internacionales de obras marítimas : 1º París (1889); 2º Londres (1893).

Congreso internacional de utilización de las aguas fluviales : París (1889).

La modificación de designación que aparece después del VIº congreso obedece

al hecho de haberse refundido los de navegación interior con los de obras marítimas.

Dada la importancia bien conocida de los congresos citados, á los que las naciones civilizadas enviaron como delegados sus especialistas más reputados y donde los temas propuestos han sido considerados no sólo en su faz técnica sino también en su faz económica, es fácil apreciar el mérito que ofrece una publicación sintética que permite conocer qué puntos han sido sometidos á discusión hasta ahora, cuál era la orientación de las ideas que sobre ellos se tenía en la época en que fueron formuladas las conclusiones, y aun, en algunos casos, apreciar la evolución de las mismas en los últimos treinta años.

Además, es de hacer notar el orden y claridad con que ha sido dispuesto el trabajo, lo que hace fácil su consulta.

Creemos oportuno hacer notar aquí que el próximo congreso tendrá lugar en 1915, probablemente en la capital de Suecia. Á su tiempo publicaremos el programa respectivo.

JUAN JOSÉ CARABELLI.

**Das Pflanzenreich**, por HERMANN WOLFF. *Umbelliferæ-Saniculoideæ*. Con 42 figuras y un doble cuadro. Diciembre 16 de 1910. Editor W. Engelmann. Leipzig, I volumen, 305 páginas.

La actual monografía, presentada por H. Wolff, da para la subfamilia de las *Saniculoideas* 9 géneros, con un total de 271 especies así distribuídas :

Género : *Hacquetia*, con 1 especie; *Sanícula*, 39; *Astrantia*, 9; *Actinolema*, 2; *Alepidea*, 19; *Eryngium*, 196; *Lagoecia*, 1; *Petagnia*, 1; y *Arctopus*, 3.

Fitogeográficamente los géneros *Sanícula* y *Eryngium* son los de mayor dispersión, pues se hallan en ambos hemisferios. Los demás tienen áreas más reducidas.

AUGUSTO C. SCALA.

**Beitrage zur kenntuits der Flora argentiniens**, por TEODORO STUCKERT. II. Quatrième contribution à la connaissance des Graminées argentines. Apareció en febrero 15 de 1914. Genève. Impr. Reggiani et Renaud, rue Necker, 1914. Extractado del *Annuaire du Conservatoire et du Jardin botanique de Genève*, volumen XVII, páginas 278-309.

Esta nueva contribución continúa la serie de estudios que sobre la flora argentina iniciara ha poco tiempo el distinguido botánico señor Teodoro Stuckert, cuyo primer folleto tuve oportunidad de resumir en las entregas I-II, tomo LXXVII, página 143 (enero-febrero 1914) de nuestros *Anales*.

Se ocupa en la presente de las Gramíneas, señalando, como dice, seis especies nuevas para la ciencia, y algunas nuevas variedades y formas, entre las cuales algunas nuevas para la flora argentina, así como una serie de cambios de nombres debidos á las publicaciones de los doctores Thellung y Ekman.

Las diagnosis de las especies nuevas han sido redactadas por el eminente agrostógrafo profesor Ed. Hackel.

Figuran en el trabajo especies, variedades ó formas de los siguientes géneros : *Elionuros*, *Andropogon*, *Arundinella*, *Paspalum*, *Panicum*, *Digitaria*, *Ichnanthus*,

*Setaria, Cenchrus, Pennisetum, Luziola, Stipa, Caryochloa, Muehlembergia, Sporobolus, Agrostis, Calamagrostis, Avena, Tripogon, Leptochloa, Munroa, Cortaderia, Triodia, Diplachne, Eragrostis, Koeleria, Anthochloa, Mélica, Distichlis, Briga, Poa, Atropis, Festuca, Agropyrum, Triticum, Hordeum, Merostachys, Chusquea* y *Bambusa.*

Las especies nuevas descriptas son las siguientes : *Paspalum (Sect. Anastrophus) Lilloi* Hackel; *Panicum* (subgen. *Brachiaria) glabrinode* Hackel; *Ichnanthus Lilloi* Hackel; *Koeleria Lilloi* Hackel; *Poa parviceps* Hackel; *Festuca Lilloi* Hackel.

AUGUSTO C. SCALA.

**Réproduction sexué et alternance des générations chez les Algues,** par JEAN BONNET. En *Progressus rei botanicae,* tomo V, fascículo 1°, páginas 1 á 126, con 65 figuras en el texto. Editor Gustav Fischer. Jena, 1914.

La importancia é interés del tema exigen un resumen más bien detallado, pues afronta una cuestión muy debatida hasta hoy, la de si existe en realidad la metagénesis entre las Algas, como ha sido comprobada en las Muscineas y Criptogamas vasculares.

De cómo se han interpretado los diversos modos de reproducción, y de la existencia de un doble ciclo gametrófito y esporófito en las Talófitas, caracterizado por diferencias halladas en el número de cromosomas de las células somáticas y genéticas, son los tópicos que aborda en su magistral estudio el autor.

En el párrafo sobre *Generalidades* expone lo siguiente :

Hofmeister fué el primero en afirmar que existe en los vegetales la alternación de generaciones, comprobadas en primer término en las Arquegoniadas *(Muscineas* y *Helechos),* consistiendo el fenómeno en la formación de una generación sexual que lleva los órganos sexuales *(gametrófito)* y una generación asexual que sólo forma esporos *(esporófito).*

Limitada en primer término á las Arquegoniadas, Sachs (1874) la admite también para las Talófitas, entre ellas las Algas.

En efecto, el micelio de un *Mucor,* el talo de una *Vaucheria,* de una Floridea son el *gametófito;* la fructificación de una Floridea ó de los Ascomicetas, el zigosporo de un *Mucor,* el oosporo de una *Vaucheria,* constituyen el ciclo asexual, es decir, el *esporófito.* Por tanto, para Sachs, la metagénesis es igual trátese de Arquegoniadas ó trátese de Talófitas. Aun más, la reproducción por zoosporas, conidios, etc., se identifica á la multiplicación por brotes que se halla en las Muscineas y Helechos, pues no tienen relaciones necesarias y directas con las metagénesis.

Pringsheim (1878) opina en cambio que el *fruto* de las Ascomicetas ó de las Florideas no tiene el significado de una generación especial, sino tan sólo una parte de la plantamadre diferenciada en el sentido sexual.

Vines (1878), contrariamente á las opiniones de los dos anteriores, opina que la mayoría de las Talófitas no posee generaciones alternadas comparables á las de las Muscineas, porque los modos de reproducción están directamente ligados á las condiciones exteriores del momento en que la reproducción se inicia, sea sexual ó asexualmente.

La comparación morfológica de los ciclos evolutivos, como hechos conocidos, informaba tales opiniones; el modo propio de comportarse en la naturaleza

semejantes organismos, no entraba en los razonamientos, y sin embargo era muy necesario para poder valorar la influencia real de esas condiciones y la realidad misma de la metagénesis, tema que se propuso Klebs dilucidar y cuyos resultados expuso en 1896.

Klebs se propuso estas dos cuestiones :

1ª ¿ Existe una alternación regular de generaciones neutras y de generaciones sexuadas ?

2ª ¿ Una generación neutra, caracterizada por ciertas propiedades, deriva necesariamente de un huevo fecundado ?

Al primer problema pudo responder negativamente, puesto que en ninguna Talófita suficientemente estudiada existe alternación regular de generaciones neutras y sexuales, los modos de reproducción dependen directamente de condiciones externas bien determinadas.

En cuanto al segundo problema se contesta también negativamente según las experiencias de Klebs.

Celakovsky admite dos tipos de generaciones alternantes, y distingue en una planta dos fracciones ó trozos :

*a)* El *protófito* (gametófito), que en los Musgos comprende el protonema y la planta foliada;

*b)* El *antífito* (esporófito) que es el esporogonio de los mismos Musgos.

Esta concepción determinó un progreso notable, aunque se opone á la idea de Sachs, quien admite un solo tipo. Establecido esto, Celakovsky distingue :

1º La *alternación homóloga :* el protófito engendra siempre un protófito, el antífito siempre un antífito.

En el primer caso el ciclo evolutivo de la planta no encierra antífito, y en el segundo protófito. Hay aquí solamente diferenciación *inter se* de generaciones homólogas semejantes y equivalentes desde el punto de vista de su descendencia (por ej. : *Algas* y *Hongos);*

2º La *alternación antifética,* que es la alternación de un protófito y de un esporófito, es muy rigurosa : un esporo del antífito engendra siempre un protófito y un huevo formado sobre éste germina siempre para dar un antífito. Nunca forma esporos el protófito, ni el antífito huevos (ej. : *Musgos* y *plantas vasculares).*

La cuestión fué muy debatida y Bower, que la estudió en detalle, afirma que tan sólo en *Coleochaete,* en las *Florideas* y las *Ascomicetas* asistiríamos á los comienzos de una alteración antifética.

Después de muchas discusiones en pro y en contra, la citología hizo hacer al problema un paso decisivo.

E. Van Beneden, en 1883, vió que al verificarse la reproducción en *Ascaris megalocephala,* los dos pronúcleos, masculino y femenino, poseían el mismo número de cromosomas y que este número es exactamente la mitad del número de cromosomas de las células somáticas de la misma especie; y se comprobó más tarde que el fenómeno podía extenderse á las demás especies, al punto de erigirlo en ley general tanto para los animales como para los vegetales.

Desde entonces, generaciones sexuales y asexuales se caracterizan, no por la naturaleza de los órganos reproductores que forman, sino por el número de cromosomas que sus núcleos encierran.

El *gametófito* posee $x$ cromosomas.

El esporófito posee $2x$ cromosomas.

El autor, después de una prolija revisión de todos los trabajos hechos, y constatando que las Algas no fueron estudiadas seriamente en este sentido, es decir, para afirmar la existencia en ellas de la metagénesis, aborda el arduo problema y lo resuelve.

Largo fuera reproducir todos los datos que acumula y sería salir de la índole de este resumen; remito á quienes interese el trabajo mismo, indicando someramente sus conclusiones :

1ª Existen en las Algas tipos con verdaderas metagénesis, y otros con toda una serie de intermediarios, que jalonan caminos paralelos á los que sin duda, filogenéticamente, han recorrido las formas más evolucionadas de la naturaleza actual;

2ª Los cuadros de clasificación de las Algas, actualmente en vigor, no concuerdan con los de la agrupación, que podría establecerse apoyándose sobre estos hechos de alteración, á tal extremo que debieran desmembrarse, no tan sólo conjuntos como el de las Floficeas, más aún, deberían dislocarse grupos aparentemente más sólidos como son las Diatomeas; las bénticas difieren en absoluto de las planktónicas desde el punto de vista de las alternaciones de las generaciones;

3ª No debe olvidarse que toda clasificación, para ser útil, ha de ser ante todo práctica, y que por tanto, los caracteres tomados del aparato vegetativo, deben ser preferidos á los provistos por hechos de tan difícil comprobación; pero no ha de silenciarse que las clasificaciones tienen la pretensión de ser naturales y filogenéticas, afirmación que desacredita la naturaleza de los que el estudio de la alternación de las faces $x$ y $2x$ ha puesto de manifiesto en las Algas.

Augusto C. Scala.

**Jean Bonnet.** Nota necrológica.

Jean Bonnet, autor del notable estudio resumido en la nota anterior, ha muerto recientemente (17 de septiembre de 1913) en la catástrofe ferroviaria de Villeneuve-Loubet (en las proximidades de Grasse) en los Alpes marítimos, al volver de los ejercicios de tiro, que como conscripto le imponía el servicio militar.

Contaba apenas 22 años de edad (nació el 10 de abril de 1892, en Albi) y ya se había manifestado su rara personalidad científica en diversos trabajos, entre los cuales el muy notable sobre la metagénesis en las Algas, que tuvo los honores de la publicación en *Progressus rei botanicae,* trabajo que no hubiera desdeñado firmar cualquier botánico de mérito.

La muerte arrebata á la ciencia una de sus más legítimas esperanzas, y con él desaparece un eminente representante de la botánica moderna.

Augusto C. Scala.

## LIBROS RECIBIDOS

García Aparicio, Benjamín, *La carte de la République Argentine.* Establecimiento gráfico de L'Institut Geographique Militaire, 1913, 110 páginas.

Observatorio nacional argentino (Córdoba), *Resultados del Observatorio nacional argentino en Córdoba.* B. y C. F. Hodgson, 1911, 120 páginas.

MOORE, CLARENCE B., *Some Aboriginal Sites on Red River*. P. C. Stockhausen, 1912, 159 páginas.

DR. HANS SECKT, *Trabajos prácticos para los cursos de Fisiología vegetal*. Compañía Sud Americana de Billetes de Banco, 1913, 314 páginas.

PALET, LUCIANO P. J., *Las aguas residuales*. Tesis presentada á la Facultad de ciencias exactas, físicas y naturales de Buenos Aires para optar al grado de doctor en química. Imprenta Alsina, 1913, 294 páginas.

ING. WAUTERS, CARLOS, *Concesiones de agua en Mendoza*. Imprenta Cúneo, 1913, 41 páginas.

RAMOS MEXÍA, EZEQUIEL, *Obras públicas y finanzas*. Talleres gráficos M. O. P., 1913, 56 páginas.

MARÍN VICUÑA, SANTIAGO, *Los ferrocarriles de Chile*. Imprenta, litografía y encuadernación Barcelona, 1912, 192 páginas.

MOORE, CLARENCE B., *Some Aboriginal Sites on Mississippi river*. P. C. Stockausen, 1911, 480 páginas.

FUSTER TOMÁS, D. JOSÉ, *Puerto de Valencia*. Tipografía Moderna A. C. de M. Gimeno, 1903-1911, 518 páginas.

FUSTER TOMÁS, D. JOSÉ, *Puerto de Valencia*. Tipografía Moderna A. C. de M. Gimeno, 1912, 168 páginas.

AMEGHINO, FLORENTINO, *Informe elevado al señor ministro de Justicia é Instrucción pública*. Imprenta y casa editora Juan A. Alsina, 1910, 81 páginas.

*General Index to the Chemical news*. Volumen 1-100. Edited by Sir William Crookes, 1913, 712 páginas.

REPOSSINI, JOSÉ, *Memoria sobre el río Paraná*. Talleres gráficos del ministerio de Obras públicas, 1913, 151 páginas y 49 láminas.

*Boletín del Ministerio de Relaciones exteriores de la República de Colombia*. Imprenta Nacional, 1913, 1184 páginas.

BARABINO AMADEO, SANTIAGO, *Aguas minerales argentinas*. Talleres gráficos M. Rodríguez Giles, 1912, 65 páginas.

*Anexo L de la Memoria de Relaciones exteriores y Culto*. Talleres gráficos de Selín Suárez, 1913, 866 páginas.

SABATIER PAUL, *La Catalyse en chimie organique*. Ch. Béranger, 1913, 255 páginas.

BARCO CENTENERA, MARTÍN DEL, *La Argentina* (Poema histórico). Talleres Peuser, 1912, 502 páginas.

UHLE, MAX, *Die Ruinen Von Moche*. Macon, Protal fréres, 1913, 117 páginas.

T. J. J. SEE., *Biography and Unparalleled Discoveries*. Thos. P. Nicholof sons and Co., 1913, 298 páginas.

CRÉQUI MONTFORT, G. DE, et RIVET, P., *Lingüistique Boliviene. Les Dialectes Pano de Bolivie*. J. B. Istas, 1913, 62 páginas.

GONZÁLEZ LUJÁN, DR. NICOLÁS, *La Enseñanza de la Historia argentina*. Imprenta Ortiz y Cassani (Mercedes), 1913, 39 páginas.

VILLARROEL, PAÚL, *La Escuela científica*. 1913, 14 páginas.

Observatorio nacional argentino (Córdoba), *Efemérides para el año 1914*. Coni hermanos, 1913, 153 páginas.

*Diario de Sesiones de la H. Cámara de Senadores de la República Oriental del Uruguay* (Tomo XCIX). Imprenta y librería Tolosa, 1913, 624 páginas.

2º *Vol. Il Villino Moderno*, Roberto Martinenghi, 1913, láminas.

INGEGNIEROS, JOSÉ, *Criminalogía*. Daniel Jorro, 1913, 386 páginas.

LYNCH, JULIO A., *El Banco Popular Español ante el Tribunal de Comercio*. Establecimiento tipográfico Malena, 1913, 248 páginas.

ORSINI, F. F. NICOLA, *Contribución al estudio de los fenómenos de absorción y adsorción*. Tesis presentada á la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales para optar al grado de doctor en química. Compañía Sud Americana de Billetes de Banco, 1913, 164 páginas.

DEONNA, W., *Compte Rendu de la XIV$^{e}$ Session*. Albert Künding, 1913, 694 páginas.

GUEVARA ROJAS, DR. F., *Centenario de la entrada del ejército libertador á Caracas*. 1913.

AMORETTI, DR. EDUARDO, *La fotografia del fondo del ojo*. Establecimiento gráfico M. Rodríguez Giles, 1913, 14 páginas.

CRÉQUI-MONTFORT, G. DE et RIVET, P., *Linguistiqui Boliviene. La langue Lapaca ou Apolista*. 1913, 18 páginas.

CRÉQUI-MONTFORT, G. DE et RIVET, P., *La langue Kanicana*. 1913, 24 páginas.

SOBRAL, JOSÉ M., *Contributions to the Geologie of the Nordingra region*. Uppsula. Almovist C$^{a}$. Wek sells Boktriker, 1913, 177 páginas.

Instituto Geográfico Militar, *Anuario mayor del ejército*. Buenos Aires. Sección gráfica del Instituto Geográfico Militar, 1912.

SAINTE LAGUE, A., *Notions de Mathematiques*. Paris. A. Herman Firls, 1913, 512 páginas.

LECAT, MAURICE, *Abrégé de la théorie des déterminants au dimensions*. Ad. Hoste. Grand-maison D'éditions et d'impresions, 1911, 156 páginas.

SOLANET, EMILIO. *Agchylostoma conepati nova Species. Parásito del Conepatus suffocans Azara 1801* (Zorrino). Buenos Aires. Imprenta Roma, 1911, 174 páginas.

SCHLEICHER, A., *Synthéses Energetique de la Vie et de l'Ame*. A. Schleicher, 1913, 70 páginas.

FITZ, J., *Exercices D'arithmétique*. París. A. Hermann et Fils, 1914, 334-353 páginas, 2 tomos.

CAHEN, E., *Théorie des Nombres*. París. A. Hermann et Fils, 1914, 408 páginas.

BOUTROUX, PIERRE, *Les Principes de L'analyse Mathématique*. París. A. Hermann et Fils, 1914, 547 páginas.

EDO, JUAN MANUEL, *Estudio de algunas Tobas volcánicas argentinas*. (Tesis presentada para optar al grado de doctor en química). Compañía Sud Americana de Billetes de Banco, 1913, 96 páginas.

ZAPPI, ENRIQUE V., *Alcaloides de la serie aromática*. Publicado por la Revista del Centro estudiantes de ingeniería, 1913, 69 páginas.

DANKERT, ERNESTO G., *Contribución al estudio del « Crackin » de los petróleos (entre ellos el de Comodoro Rivadavia)*. Tesis presentada para revalidar el grado de doctor en química. Imprenta Alsina, 1913, 90 páginas.

*V$^{o}$ Congrés international d'aeronautique. Procés-Verbaux Rapports et Memoires*. Torino. Tipografía Elzeviriana, 1911, 437 páginas.

ZORETTI, L., *Leçons de mathématiques generales*. (Preface de P. Appell). Gauthier Villars, 1914, 753 páginas.

RODRIGO, OCTAVIO, *A. Codificação do Direito internacianal privado.* Río de Janeiro. Francis Alves y Cª., 212 páginas.

SAYÃS DE BULHÕES CARVALHO, DR. JOÃO EVANGELISTA, *O Velleiano incapacidade civil da mulher.* Typ. *do Jornal do Commercio* de Rodríguez y Cª, 1901, 17 páginas.

SOUXA SA VIANNA, MANOEL ALVARO DE, *Cincoenta annos de existencia.* Río Janeiro. Imprenta Nacional, 1894. 69 páginas.

CARVALHO, CARLOS DE, *O Patrimonio territorial da Municipalidade do Rio de Janeiro.* Río Janeiro. Imprenta Nacional, 1893, 96 páginas.

LANGGAARD MENEZES, DR. RODRIGO OCTAVIO DE, *Conferencia internacional de Bruxellas para o direito maritimo.* Río Janeiro. Imprenta Nacional, 1911, 110 páginas.

RODRIGO OCTAVIO, *Do dominio da União dos Estados.* Río Janeiro, Imprenta Nacional, 1897, 108 páginas.

COTRIM, EDUARDO, *Industria pecuaria.* Memoria presentada a o Exmo. señor doctor Pedro de Toledo. Río Janeiro. Typ. do servicio de Estatistica, 1912, 175 páginas.

GUEDES DE AMORIM, JOAQUIM, *Esposição nacional de Borracha de 1913.* Río Janeiro, 1913.

Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio, *Serviçio de inspecção e defensa agricolas. Questionarios sobre as condições da agricultura dos municipios.* (Estado do Piauhy). Río Janeiro. Typ. do Servicio de Estatistica, 1913, 162 páginas.

LANGGAARD MENEZES, RODRIGO OCTAVIO DE, *L'Union juridique des nations au Point de vue du Droit privet.* Bruxelles. Imprenta F. Van Buggenhoudt, 1910, 25 páginas.

*Serviçio de inspecção e defensa agricolas. Questionario sobre as condições de agricultura dos municipios.* (Estado do Espiritu Santo). Typ. do Servicio de Estatistica, 1913, 100 páginas.

RIVEIRO DUTRA, *Exposição nacional de Borracha de 1913. A industria da Borracha no Estado de Matto Grosso.* Río Janeiro, 1913, 159 páginas.

CACHCTÉ PEREIRA DE ANDRADE, NILO, *Exposição nacional de Borracha de 1913. A industria da Borracha no Estado de Pernambuco.* Río Janeiro 1913, 47 páginas.

*Questionario sobre as condições da agricultura dos municipios do Estado de Goyaz.* Río Janeiro. Typ. do Servicio de Estatistica, 1913, 140 páginas.

*Mensagen do Prefeito do distritto federal.* Río Janeiro. Officinas graphicas do *Paiz,* 1913, 189 páginas.

*Questionarios sobre as condições da agricultura dos municipios.* Typ. do Servicio de Estatistica, 1913, 131 páginas.

*Questionarios sobre as condições da agricultura dos 84 municipios do Estado do Ceará.* Typ. do Servicio de Estatistica, 1913, 306 páginas.

*Questionarios sobre as condições da agricultura dos municipios do Estado de San Paulo.* Typ. do Servicio de Estatistica, 1913, 547 paginas.

*Relatorio apresentado ao Exmo. señor doctor A. A. Borges de Medieros.* Officinas typ. d'A Federação, 1913, 350 páginas.

PEREIRA DA SILVA, ALBERTO, *A Industria da Borracha no Estado de Rio Janeiro.* Río Janeiro, 1913, 118 páginas.

*Chambre de Comerce Belgo-Bresilienne* (número especial), 1913.

*Revista Brazileira.*

PETIT, A., *Electricité agricole.* París. J. B. Barlhiere et fils, 1914, 484 páginas.

VALLE IBERLUCEA, E. DEL, *Jornada legal de trabajo.* Imprenta A. Cheppi, 1913, 32 páginas.

VALLE IBERLUCEA, E. DEL, *Trabajo á domicilio.* Imprenta A. Cheppi, 1913, 40 páginas.

SALAS, CARLOS P., *Elementos para el estudio de la demografía de la Provincia de Buenos Aires.* Talleres oficiales, 1913, 49 páginas.

TAVERA ACOSTA, B., *Anales de Guayana,* Tipografía La Empresa, 1913, 317 páginas.

TAVERA ACOSTA, B., *A través de la Historia de Venezuela.* Imprenta B. Jimeno Castro, 1913, 283 páginas.

Compilado por un patriota, *La conmemoración de las Cortes de Cádiz.* Establecimiento gráfico de Fortanet, 1913, 110 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *Acudes particulares na 2ª Seccão.* Inspectoria de obras contra as secas, 1912, 168 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *A Tamareira e seu cultivo.* Inspectoria de obras contra as secas, 1912, 9 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *Geologia e supprimento d'agua subterranea no Rio Grande do Norte e Parahyba.* Inspectoria de obras contra as secas, 1913, 62 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *Acudes particulares* (Rio Grande do Norte). Inspectoria de obras contra as secas, 1913, 98 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *Geologia e supprimento d'agua subterranea na Ceará e parte do Piauhy.* Inspectoria de obras contra as secas, 1913, 80 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *Acudes publicos e particulares. Pernambuco, Sergipe e Bahia.* Inspectoria de obras contra as secas, 1912, 67 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *Supprimento d'agua no Nordéste do Brazil.* Inspectoria de obras contra as secas, 1912, 69 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras públicas, *Acudes no Ceará* (Estreito-Riacho do Sangue Poco dos Paus). Inspectoria de obras contra as secas, 1912, 62 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *Acudes publicos* (Rio Grande Norte e Parahyba). Inspectoria de obras contra as secas, 1912, 53 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *Contribuções para a Ouestão florestal do região do Nordéste do Brazil.* Inspectoria de obras contra as secas, 1912, 124 páginas.

Ministerio da Viaccão e Obras publicas, *Acudes publicos e particulares* (Piauhy e Ceará). Inspectoria de obras contra as secas, 1912, 78 páginas.

González Litardo, Justo.
González, Agustín.
González, Oscar.
Granero, Miguel.
Gradin, Carlos.
Gregorina, Juan.
Gegorini, Juan A.
Grieben, Arturo.
Grianta, Luis.
Griffin, Clodomiro.
Groizard, Alfonso.
Guido, Miguel.
Guidi, José.
Guglialmelli, Luis C.
Gutiérrez, Ricardo J.
Guesalaga, Alejandro.
Guerrero, Mariano A.
Hauman Merck, Lucien.
Harrington, Daniel.
Herzfeld, Raúl.
Hermitte, Enrique.
Herrera Vega, Marcelino.
Herrera, Nicolás M.
Herrero, Ducloux E.
Henry, Julio.
Hicken. Cristóbal M.
Hileman, Guillermo.
Holmberg, Eduardo L.
Hoyo, Arturo.
Huergo, Luis A. (hijo)
Huergo, Eduardo.
Huergo, José M.
Hughes, Miguel.
Ibarra, Luis de.
Iribarne, Pedro.
Isbert, Casimiro V.
Issouribehere, Pedro J.
Isnardi, Vicente.
Isnardi, Teófilo.
Israel, Alfredo C.
Iturbe, Miguel.
Ivanissevich, Ludovico.
Jatho, Alfredo.
Jacobacci, Guido.
Jesinghaus, Carlos.
Jurado, Ricardo.
Justo, Felipe A.
Kock, Víctor.
Klein, Hermán.
Kreusberg, Jorge.
Laclau, Narciso C.
Lafone Quevedo, Samuel A.
Labarthe, Julio.
Lahille, Fernando.
Landeira, Pedro, V.
Laporte, Luis B.
Larreguy, José.
Larco, Esteban.
Lathan Urtubey, Augusto.
Latzina, Eduardo.
Laub, Jacobo J.
Lavarello, Pedro.
Lea, Allan B.
Lederer, Osvaldo.
Ledesma, Pedro M.
Leguizamón, Pondal Mart[no].
Lejeune, Luis M.
Lemos, Carlos.
Lepori, Lorenzo.
Leonardis, Leonardo de.
Lesage, Julio.
Letiche, Enrique.
Levylier, H. M.
Logarte, Ramón.
Lizer, Carlos.
López, José M.
López, Martín J.
Longobardi, Ernesto.
Lovigne, Pedro G.
Lozano, Narciso, M.
Lugones, Arturo M.
Lucero, Octavio.
Luro, Rufino.
Ludwig, Carlos.
Lutscher, Andrés A.
Madrid, Enrique de.
Mégy, Luis A.
Magnin, Jorge.
Maligne, Eduardo.
Mallol, Emilio.
Mamberto, Benito.
Maradona, Santiago.
Marín, Plácido.
Marcenaro, Adolfo.
Marreins, Juan.
Marcó del Pont, E.
Marotta, Pedro.
Marino, Alfredo.
Martínez Pita, Rodolfo.
Marti, Ricardo.
Massini, Estéban.
Maupas, Ernesto.
Mattos, Manuel E. de.
Mazza, Aurelio F.
Mazza, Salvador.
Medina, José A.
Meoli, Gabriel.
Mercante, Victor.
Mercàu, Agustín.
Mermos, Alberto.
Merzwacher, Luis.
Meyer, Camilo.
Mignaqui, Luis P.
Millan, Máximo.
Molina y Vedia, Delfina.
Molina y Vedia, Adolfo.
Monge Muñoz, Arturo.
Moeller, Eduardo.
Molina, Waldino.
Molina Civit, Juan.
Mom, Josué B.
Morales. Carlos María
Morel, Camilo.
Moreno, Francisco P.
Moreno, Evaristo V.
Moreno, Josué F.
Morón, Ventura.
Möhring, Walther.
Mormes, Andrés.
Morteo, Carlos F.
Morteo, Ignacio A.
Mosconi, Enrique.
Mugica, Adolfo.
Muñoz Gonzalez, Luis.
Narbondo, Juan L.
Nacher, Francisco.
Nágera, Juan José.
Navarro Viola, Jorge.
Natale, Alfredo.
Negri, Galdino.
Negri, César.
Nelson, Ernesto.
Nelson, Enrique M.
Newton, Artemio R.
Niebuhr, Adolfo.
Nielsen, Juan.
Nyströmer, Carlos.
Newbery, Jorge.
Newbery, Ernesto.
Noceti, Domingo.
Nogués, Domingo.
Nougues, Luis F.
Nouguier, Pablo.
Nunez, Guillermo.
O'Connor, Eduardo.
Ochoa, Arturo.
Ojeda, José T.
Olmos, Miguel.
Olivera, Carlos E.
Oliveri, Alfredo.
Orcoyen, Francisco.
Orús, José M.
Orús, Antonio (hijo).
Otamendi, Eduardo.
Otamendi, Rómulo.
Otamendi, Alberto.
Otamendi, Juan B.
Otamendi, Gustavo.
Otamendi, Belisario.
Outes, Felix F.
Padilla, José.
Padilla, Isaías.
Paita, Pedro J.
Paitoví Oliveras, Antonio.

## SOCIOS ACTIVOS *(Conclusión)*

Palacio, Emilio.
Palacio, Carlos M.
Palet, Luciano.
Panelo, Estéban.
Pallavicini, Francisco.
Paoli, Humberto.
Paolera, Carlos M. della.
Parodi, Edmundo.
Pasman, Raúl G.
Pastore, Franco.
Paquet, Carlos.
Parckinson, Pedro P.
Paz, José M.
Pattó, Gustavo.
Pelizza, José.
Pelosi, Elías.
Pelleschi, Juan.
Peralta Ramos, Enrique.
Pereyra, Emilio.
Pérez, Alberto J.
Petersen, Teodoro H.
Pigazzi, Santiago.
Piana, Juan.
Piaggio, Antonio.
Piñero, Horacio G.
Pouyssegur, Hipólito B.
Podestá, Santiago.
Pol, Víctor de.
Popolizio, Fernando.
Posadas, Carlos.
Puente, Guillermo A.
Pueyrredón, Carlos A.
Puiggari, Pío.
Puiggari, Miguel M.
Quiroga, Atanasio.
Rabinovich, Delfín.
Raffo, Jacinto T.
Ramos Mejía, Ildefonso P.
Ranzenhoffer, Oscar.
Recagorri, Pedro S.
Rebuelto, Emilio.
Rebuelto, Antonio.
Retes, Antonio.
Repetto, Roberto.
Repetto, Nicolás.
Repossini, José.
Reyna Almandos, Luis.
Riccheri, Pablo.
Risso Domínguez, Juan C.
Rivara, Juan.
Rivarola, Rodolfo.
Rodriguez de Vicente, Roman
Rodriguez Etchart, Carlos.
Rodríguez Larreta, Eduardo.
Roffo, Angel.
Roffo, Juan.
Rojas, Estéban C.
Rojas, Ricardo.
Rojas, Juan R.
Rom, Carlos A.
Romero, Julián.
Romero, Antonio.
Romiti, Amadeo N.
Rossel Soler, Pedro A.
Rospide, Juan.
Rouge, Marcos.
Rubio, José M.
Rua, José M. de la.
Rumi, Tomás J.
Sabaría, Enrique.
Sabatini, Angel.
Sáenz Valiente, Eduardo.
Sáenz Valiente, Anselmo.
Sagastume, José M.
Sánchez Díaz, Abel.
Sánchez, Juan A.
Sánchez, Zacarías.
Sanromán, Iberio.
Santángelo, Rodolfo.
Santillán, Carlos R.
Sarrat, Rodolfo.
Segovia, Fernando.
Sáuze, Eduardo.
Segovia, Vicente.
Saralegui, Luis.
Sarhy, José S.
Sarhy, Juan F.
Saubidet, Alberto.
Scala, Augusto.
Schaefer, Guillermo F.
Schmiedel, O.
Seguí, Francisco.
Seeber, Raúl E.
Schneidewind, Alberto.
Selva, Domingo.
Sella, Federico.
Senet, Rodolfo.
Senillosa, Juan A.
Serra Renón, José.
Severini, Decio.
Silva, Angel.
Sires, Marcelo C.
Sirí, Juan M.
Soldano, Ferruccio.
Sordelli, Alfredo.
Sorkau, Walther.
Suárez, Eleodoro.
Spinetto, Silvio.
Spinedi, Hermenegildo F.
Storni, Segundo.
Sunblad Rosetti, Gustavo.
Tamini Crannuel, L. A.
Taiana, Alberto.
Tarelli, Carlos A.
Tejeda Sorzano, Carlos.
Tello, Eugenio.
Tieghi, Segundo.
Thedy, Héctor.
Toepcke, Ernesto.
Toledo, Enrique A. de.
Tornquist, Adolfo.
Torres Armengol, M.
Torre, Mario.
Torre, Bertucci Pedro.
Torrado, Samuel.
Traverso, Nicolás.
Ugarte, Trifón.
Uhart, Pedro.
Uriarte Castro, Alfredo.
Uriburu, Arenales.
Uriburu, David.
Vallebella, Colón B.
Vaccario, Pedro.
Vilar, Juan.
Valenzuela, Moisés.
Valentini, Argentino.
Valerga, Orente A.
Valiente Noailles, Luis.
Valle, Juan A.
Valle Iberlucea, Enrique del
Varela, Rufino (hijo).
Vassalli, Miguel E.
Vasquez de Navoa, Vicente.
Velasco, Salvador.
Vico, Domingo.
Vignau, Pedro T.
Vidal, Antonio.
Videla, Baldomero.
Villanova Sanz, Florencio.
Virasoro, Valentín.
Vivot, Eduaro.
Volpatti, Eduardo.
Volpi, Carlos A.
Vucetich, Juan.
Wauters, Carlos
Windhausen, Anselmo.
Widakovich, Víctor.
Wernicke, Roberto.
Wernicke, Raúl.
White, Guillermo.
White, Guillermo J.
Wollenweide, Albino.
Zakrzewski, Bernardo.
Zamboni, José J.
Zamudio, Eugenio.
Zappi, Enrique V.
Zemborain, Saturnino (hijo).
Zelada, José.
Zuberbühler, Carlos E.

// ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTÍFICA
ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

MAYO-JUNIO 1914. — ENTREGAS V-VI. — TOMO LXXVII

ÍNDICE



BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS
684 — CALLE PERÚ — 684

1914

## ADVERTENCIA

Los colaboradores de los *Anales,* que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos deben solicitarlo por escrito a la Dirección, la que le dará el tramite reglamentario. Por mayor número de ejemplares deberán entenderse con los editores señores Coni hermanos.

Tienen, además, derecho a la corrección de dos pruebas.

Los manuscritos, correspondencia, etc., deben enviarse a la Dirección **Cevallos, 269**.

*Cada colaborador es personalmente responsable de la tesis que sustenta en sus escritos.*

**La Dirección.**


## PUNTOS Y PRECIOS DE SUBSCRIPCIÓN

**Local de la Sociedad, Cevallos 269, y principales librerías**

| | Pesos moneda nacional |
|---|---|
| Por mes | 1.00 |
| Por año | 12.00 |
| Número atrasado | 2.00 |
| — para los socios | 1.00 |

LA SUBSCRIPCIÓN SE PAGA ADELANTADA

**El local social permanece abierto de 3 á 7 y de 8 á 12 pasado meridiano**

# HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN AÉREA

DESDE LOS TIEMPOS MÁS REMOTOS HASTA LOS PRIMEROS VIAJES AEREOS DIRIGIDOS

CONFERENCIAS DADAS EN LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

Por el ingeniero NICOLÁS BESIO MORENO

*(Conclusión)*

---



## SEGUNDA PARTE

### AEROSTACIÓN

### *1. Período especulativo*

Las mismas sombras que envuelven el origen de la aviación, obscurecen el de la aerostación; los datos más remotos parecerían proceder del oriente chino, que lo convertirían en cuna de los globos como parece haberlo sido de los paracaídas. Debemos al misionero francés Vasson la traducción de varios documentos hallados en los archivos de Pekín, datados en 1624, según los cuales se habría realizado en esa ciudad, hacia 1306, una verdadera ascensión en globo en las fiestas de coronación del emperador Fo-Kien. Alguna hipótesis, sin embargo, supone que la famosa palomita voladora de Archítas de Tarento y de la que nos hemos ocupado ya, se mantenía en la atmósfera por la rarefacción del aire interior del aparatito; si esto fuese así, Archítas habría sido el verdadero precursor genial del « más liviano que el aire » y se habría adelantado inmensamente á su época.

Cyrano de Bergerac, ya citado, en 1648 escribió su extraordinario *Viaje á la luna y á los estados del sol,* en el que narra el curioso método que habría utilizado para elevarse en los aires. Dice Cyrano: « Me até gran cantidad de botellitas llenas de rocío, sobre las cuales dardeaba el sol tan violentamente sus rayos, que al atravesarlas, el

calor, como hace con las hinchadas nubes, me elevó tan alto, que al fin me encontré sobre la región media.»

Se ve, pues, que Cyrano había comprendido la razón del ascenso de las nubes en el espacio, y esto mismo encierra la sensación confusa de la tensión del vapor de agua. Los Montgolfier habían de hacer más tarde análoga observación.

Y para que se vea la claridad del concepto de Cyrano, oigámosle un párrafo más: « Llenó dos grandes vasos que cerró herméticamente y se los ató bajo las alas. En seguida el vapor, que tendía á elevarse y no podía atravesar el metal, empujó los vasos hacia arriba y así condujeron á este hombre. Cuando hubo subido hasta la luna, desató prestamente los vasos, que se había ceñido á manera de alas sobre sus hombros, y con tanta fortuna lo hizo que apenas estaba en el aire cuatro toesas por encima de la luna, abandonó sus aparatos de navegar.»

Por la misma época vivía en Italia un hábil físico, don Francisco da Lana, quien publicó en 1670 una obra en que exponía con la mayor exactitud el principio en que se funda la aerostación; dice: « Jamás se ha creído posible hasta aquí construir un navío que recorra los aires, como se construyen los que navegan sobre las aguas; y esto porque no se ha creído posible la existencia de una máquina más ligera que el aire, condición necesaria para obtener el objeto deseado. Yo creo haber encontrado el medio de construir una máquina más ligera que el aire.»

Su método consistía en aplicar á un buque cuatro grandes esferas ó globos, como él las llamaba, y hacer en ellas el vacío. No puede ser más sorprendente este proyecto, si se piensa en los grandes errores que se abrigaban en aquella época acerca de la atmósfera, y en el estado de la física como ciencia experimental. Aunque el proyecto fuese irrealizable, su teoría era perfectamente científica.

Francisco da Lana, pues, á fines del siglo XVII, sentó el principio de la posibilidad de la ascensión en los aires por una diferencia de peso específico. Esta teoría, rigurosamente racional, debió ser la base de la aerostación, así como la de la resistencia del aire fuera la de la aviación.

La mecanización, por así decir, del principio de da Lana ocurrió poco después en Lisboa hacia 1709, realizada por el físico Guzmão, verdadero inventor de los aerostatos. En los archivos de la Universidad de Coimbra existe una descripción interesante del aparato de Guzmão, que consistía en un gran saco de forma tetraédrica, alargado en una

de sus extremidades como los actuales dirigibles y no como las mongolfieras; de este saco de aire colgaba una barquilla, detrás de la cual había un timón en forma de ala ó hélice que manejaba el aeronauta.

Por esos mismos tiempos aparece en Portugal otro inventor, don Bartolomé Lourenço, el cual solicita y obtiene del gobierno portugués privilegio exclusivo para construir una máquina aerostato de que se decía inventor. Todo este período aeronáutico portugués quedó envuelto en una completa nebulosa, de tal modo que se hizo la mayor confusión entre Lourenço y Guzmão y sus aparatos, llegándose hasta creerlos una misma persona. Hay sin embargo entre ellos considerable distancia, pues si no estamos en la misma confusión, el aparato de Lourenço sería completamente absurdo y no se habría experimentado jamás. Baste decir que este aparato sería un buque en forma de pájaro y provisto de tubos por los que debía pasar el aire para hinchar una especie de vela, que sostendría y elevaría la máquina; claro se está que tal máquina no se habría movido del suelo.

En cambio, la máquina del físico Guzmão era, como se ha dicho, un aerostato perfecto y su ascensión se verificaba por la aplicación rigurosa del principio, sentado por da Lana, de los pesos específicos. La ascensión, que realizó Guzmão en 1709 ante la corte en el palacio de Indias, se obtenía por medio de la inflamación de ciertas materias, á las que el mismo aeronauta ponía fuego.

Las ascensiones posteriores de Guzmão, realizadas en 1736, se hicieron en un cesto de mimbre, de forma oblonga, recubierto de papel. Queda bien establecido, pues, que las ascensiones de Guzmão se realizaron merced á la diferencia de densidad entre el aire caliente que se obtenía por el calor de combustión de algunas substancias que nos han quedado desconocidas y el aire frío de la atmósfera.

Este hecho coloca á Guzmão en primer plano en lo que respecta á la aerostación, constituyendo con da Lana las dos columnas principales de esta rama de la aeronáutica. Según todas las presunciones, Guzmão sería brasileño, y habría correspondido á dos físicos el mérito de crear los aerostatos, lo que no puede sorprender, pues el principio fundamental en que reposan es un principio de física pura, por entonces descubierto.

En 1755 José Galien publicó un tratado sobre el *Arte de navegar en los aires,* en el que propone los globos de aire rarefacto; dicha obra establece que con los conocimientos científicos de la época no habría

sido posible construir un navío aéreo, como el que proyectaba, de aire rarefacto y de dimensiones colosales, pues debía ser más largo que la villa de Avignon; el autor establece que el peso del navío será sin duda mayor cuanto más grande sea su tamaño, pero en cambio será tanto menor en relación á su enorme volumen.

El navío se llenaría con aire de la región del granizo, al cual le suponía una densidad mitad menor que la de la región inmediata-



Fig. 31. — Primera experiencia de Mongoltier en Annonay 7 de junio de 1783

mente abajo. Galien trataba también de una especie de envoltura llena de aire caliente que podría ascender en los aires. Los aparatos propuestos no fueron ensayados, á pesar de ser algunos de ellos de fácil aplicación y seguro éxito.

En 1782 un inglés, don Tiberio Cavallo, presentó á la Sociedad real de Londres una comunicación relativa á un aerostato en que lo describe así: « Se trata de construir un vaso ó especie de envoltura que, llena de aire inflamable (hidrógeno), sería más ligera que un volumen de aire común y por consiguiente podría elevarse lo mismo que

el humo en la atmósfera, pues se sabe bien que el aire inflamable es específicamente más ligero que el aire común.»

Cavallo se sirvió del hidrógeno para hacer ascender en el aire globos de jabón en 1781, pero no realizó ninguna ascensión personal.

Así, pues, de Lana, Guzmão, Galien y Cavallo prepararon el



Fig. 32. — Ascención de Charles y Robert en las Tullerías, 1º de diciembre de 1783

terreno para las experiencias de Montgolfier, que debían iniciarse en seguida.

En 1783 los hermanos Montgolfier fabricaron sus primeros esféricos, que eran en realidad á aire caliente; el globo, construído de papel, se llenaba haciendo quemar en la boca de la parte inferior del globo una cantidad de paja humedecida por un combustible líquido. Los Montgolfier, sin preparación científica alguna, creyeron que la combustión de la paja producía un gas nuevo, análogo al hidrógeno, recientemente descubierto, en 1781, por Cavendish, el famoso físico; se

trataba sólo de aire caliente cuya densidad disminuye con la temperatura, como ya se sabía por entonces; la ascensión se producía en virtud del principio de Arquímedes.

La experiencia, que alcanzó universal celebridad, se realizó el 7 de junio de 1783, sin tripulantes, en Annonay.

El físico Charles dedujo desde luego la causa de la ascensión y



Fig. 33. — Ascensión de Guiton de Morveau y Bertrand, 25 de abril de 1784

pensó inflar globos de seda con hidrógeno. El mismo Cavendish, al determinar las propiedades del hidrógeno, estableció que un recipiente lleno de este gas debería necesariamente elevarse en los aires, y en tal sentido hizo algunas experiencias, pero le faltó la tela impermeable para contener el gas y no pudo producir ninguna ascensión.

Charles realizó este propósito, elevándose su globo en el campo de Marte el 27 de agosto de 1783; el globo de seda y lleno de hidrógeno

no llevaba tripulantes. El 19 de septiembre del mismo año, los Montgolfier producen la ascención de un esférico que conducía tres pequeños animales, los que no sufrieron daño alguno en el viaje.

El éxito de estas ascensiones incitaron á efectuar viajes tripulados: Pilâtre de Rozier y Arlandes se propusieron hacerlo en una mongolfiera, y al efecto fabricaron un globo de 14 metros de diámetro, inflado

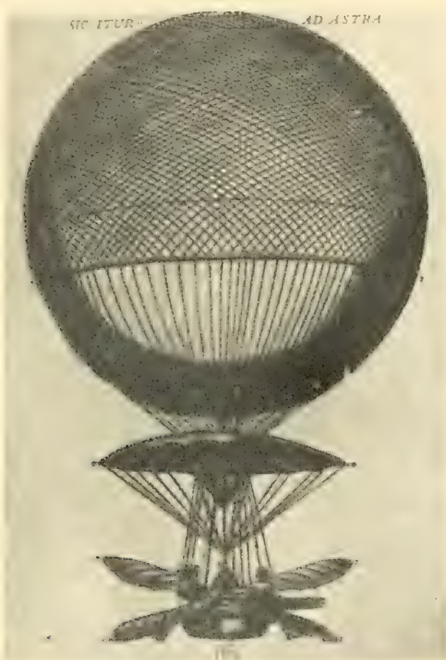



Fig. 34. — El navío volador de Blanchard. 2 de marzo de 1784

por el humo de incendio de paja húmeda. La ascensión se efectuó el 21 de noviembre de 1783 en el castillo de la Muette, manteniéndose los aeronautas en el aire cerca de una hora y aterrizando sin dificultad en un lugar conveniente. El enfriamiento del aire caliente que llenaba el globo, producía inevitablemente un descenso casi inmediato, como ocurrió en todos los casos en que se usaba tal gas ascensional; por esto las mongolfieras fueron abandonándose poco á poco.

Pocos días después de la ascensión de Rozier, se efectuaba desde las Tullerías (el 1° de diciembre de 1783) la ascensión de Charles en un globo de hidrógeno; Charles subió en él con su discípulo Robert, constructor del aparato, y se elevó en los aires felizmente. Al tocar

tierra, desembarcó Robert del globo y Charles se remontó de nuevo para aterrizar sin ninguna dificultad poco después; fué éste el segundo viaje aéreo tripulado.

Después de estos viajes las ascensiones se generalizaron y fueron numerosas las que se efectuaron sin inconvenientes.

En 1784, un conocido químico, colaborador de Lavoisier en sus



Fig. 35. — Travesía de la Mancha. Blanchard y Jeffries
7 de enero de 1875

trabajos de nomenclatura química, Guiton de Morveau, hizo algunas experiencias para constatar que podían también efectuarse ascensiones con gas de alumbrado, el que, descubierto no hacía mucho, se preparaba ya fácilmente. Sin embargo, no se efectuó ninguna ascensión con este gas hasta 1824 en que el aeronauta Green hizo algunos viajes con todo éxito; después de esto las ascensiones se hicieron cada vez más generales por la facilidad de obtener el gas ascensional en cualquier parte y sin recurrir á metodos especiales de preparación.

El mismo Guiton de Morveau ideó nuevos métodos para preparar el hidrógeno con más economía y facilidad, hizo varias ascensiones desde 1784 y entre otras la cautiva de la batalla de Fleurus y así como las análogas que sirvieron á la causa de la república en las horas heroicas del 94, como globos cautivos para observar las maniobras del enemigo.

Por el mismo año 1784, Blanchard, que había abandonado la aviación, se dedicó á la aerostación é hizo en globo la primer travesía de La Mancha, con toda felicidad, acompañado por el doctor Jeffries. Su ensayo de navío volador no tuvo trascendencia alguna, fué una simple ascensión libre no dirigible como las restantes.

La mayor dificultad de las ascensiones estribaba en el aterrizaje, el cual ocasionaba á menudo saltos y choques violentos en que se ponía en peligro la vida del aeronauta; y se comprende: al tocar tierra la navecilla, que contenía el mayor peso del aerostato, pues conducía al aeronauta y pasajeros, el globo dejaba de sustentar un considerable peso, por lo cual se hallaba de nuevo en condiciones de ascender. Para salvar esta dificultad, el aeronauta inglés Green, ya citado, ideó la introducción del *guiderope* — larga cuerda, hasta de 120 metros de longitud — que se dejaba caer colgando de las barquillas y que podríamos traducir por «cuerda resorte», con la cual la maniobra del aterrizaje se simplificaba considerablemente.

El físico Charles, desde su primer viaje en 1783, consideró que el globo libre no resolvía el problema de la navegación aérea, pues quedaba á merced del viento, no siendo fácil encontrar en alguna capa de la atmósfera el viento que condujese al aeronauta en la dirección deseada; pensó entonces en dar dirección al aparato, pero sus ideas no fueron precisas sobre esta cuestión y al fin no arribó á resultado alguno en ninguna de sus experiencias.

Por otra parte, no se disponía entonces de motor poderoso, seguro, ligero, y sin él el problema no podría tener solución positiva; las ideas que se propusieron durante todo el principio del siglo pasado, con ese objeto, no merecen atención, pues estaban considerablemente atrasadas con respecto al estado de la ciencia en esa época, con excepción del proyecto de que nos ocuparemos enseguida.

En esas condiciones sólo se podría avanzar en el sentido de la audacia y pericia de los aeronautas, alcanzándose esos celebérrimos viajes en que se cruzaba toda Europa y se llegaba á capas altísimas de la atmósfera y de los que hablaremos con detenimiento.

Pero el avance de la industria, el perfeccionamiento de los motores

y el conocimiento cada día mayor de las condiciones climatéricas de los países que más se dedicaban á estos estudios, fueron rápidamente preparando el campo al advenimiento del dirigible, cuya adquisición puede considerarse realmente coetánea del aeroplano, con lo cual ha resultado corresponder á una misma época la conquista de los aires por los dos caminos del más pesado y del más liviano.

## 2. *Período científico*

El desarrollo moral de la humanidad se halla vinculado estrechamente al acrecentamiento de la cultura general y á la acumulación del saber; y así como la estructura de la costra terrestre nos desvela el misterio histórico de su generación, constituída por etapas que es fácil reconocer, así en el proceso de consolidación de la mente humana advertimos los estratos sucesivos que la constituyen y á los cuales están ligados los acontecimientos de mayor transcendencia y prestigio en el transcurso de los tiempos.

La aparición de la filosofía aristotélica primero y de la moral cristiana después, edificadas sobre la cuantiosa labor científica de los innúmeros precursores; la invasión de los bárbaros del norte, que traían su salud y fuerza morales para substituir al derruído organismo, otrora formidable, de los romanos; el renacimiento provocado por la imperecedera *Commedia* del Alighieri inmortal; la declaración de los derechos del hombre, surgida de la filosofía implacable ó creadora de Voltaire ó de Rousseau, son planos sucesivos que demarcan las grandes conquistas del espíritu humano.

Casi coincidiendo, precisamente, con este último momento histórico se realizaron las primeras ascensiones aeronáuticas, por una parte, y se establecieron, por otra, las bases científicas más sólidas que debían orientar la construcción de los aparatos para navegar en los aires.

En la primera parte de este estudio histórico de la aerostación no he citado deliberadamente las primeras previsiones geniales del entonces teniente Meusnier, relativas á la dirigibilidad de los globos y presentadas á la Academia de ciencias de París en el mismo año 1783, de las famosas ascensiones de los Montgolfier. Tratándose de un estudio rigurosamente científico, como era el de Meusnier, parecía lógico reservarlo para encabezar esta segunda parte del trabajo.

En su estudio, el general Meusnier establecía las leyes fundamen-

tales de la sustentación estática y los principios generales de la aerostación dirigida. Las leyes descubiertas por este hombre extraordinario quedaron ignoradas por más de un siglo en los archivos de la Academia de ciencias y sólo se encontraron después que el capitán Renard las formuló de nuevo hacia 1885.

Meusnier en el trabajo presentado á la Academia el 3 de diciembre de ese año: *Memoire sur l'équilibre des machines aérostatiques,* establecía: que cuando un globo se ha llenado completamente por

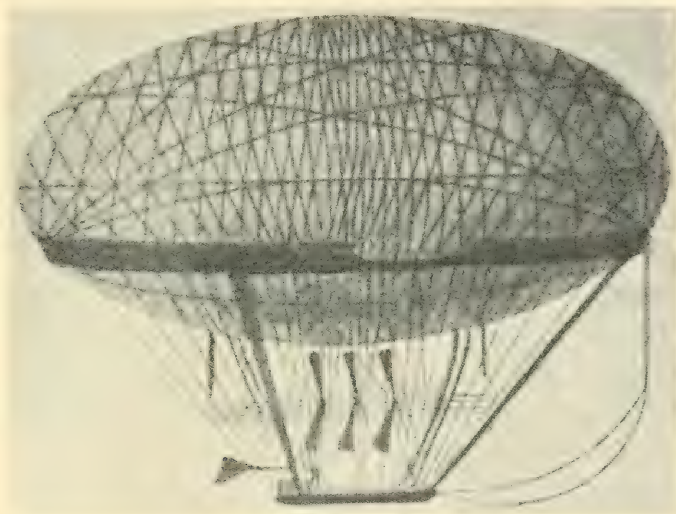


Fig. 36. — Proyecto de dirigible Meusnier, 3 de diciembre de 1783

un gas más liviano que el aire, encontrará, elevándose verticalmente, una zona de equilibrio; que si el globo comienza á descender por cualquier causa, colocándose por debajo de su zona de equilibrio y queda flojo y blando, continuará su descenso hasta el suelo, sin encontrar ninguna otra zona de equilibrio; y que si se quiere impedir este movimiento de descenso, es preciso aligerar el aerostato arrojando lastre, en cuyo caso el globo subirá de nuevo, sobrepasará su zona de equilibrio primitiva y encontrará una nueva más alta. En su zona de equilibrio el globo se encontrará normalmente henchido.

Meusnier expresaba ya la necesidad de conservar la forma y preconizaba el uso de la hélice para los dirigibles, la que tendría la forma de remos animados mecánicamente, mucho antes de que ella fuese aplicada en la navegación marítima; las dimensiones que proponía

para su dirigible eran colosales y el aparato no fué nunca construído. El método de Meusnier para obtener la rigidez, consistía en encerrar al globo en una segunda envoltura, rellenando el espacio comprendido entre las dos envolturas con aire comprimido, hasta una presión dada, en la cual la forma del dirigible se mantenía perfectamente á cualquier altura. Robert, compañero de Charles, de quien nos hemos ocupado, modificó ligeramente el sistema, substituyendo la envoltura de aire comprimido por una cámara ó *ballonet* que aun se usa. El teniente Meusnier fué nombrado miembro de la academia en 1784 y durante todo ese año, siguió presentando memorias sobre la cuestión, de gran valor.

Después de pasado el primer entusiasmo por las ascensiones deportivas de 1783 y años siguientes, se pensó ya en iniciar ascensiones científicas, siendo la primera la de Roberston y Lhoest quienes el 18 de julio de 1803 llegaron en el globo libre *L'Entreprenant* á 7400 metros de altura. Durante ese mismo año de 1803 y el siguiente de 1804 se realizaron gran cantidad de ascensiones científicas pero sin transcendencia mayor, si se exceptúan las de Gay-Lussac, famoso descubridor de la ley de dilatación de los gases, acompañado por Biot primero y solo después. En la ascensión de 18 de septiembre de 1804 alcanzó á 7016 metros, efectuando las primeras observaciones formales acerca de la temperatura de la atmósfera y de la fuerza magnética.

Preciso es llegar luego hasta 1850 para encontrar nuevas ascensiones de altura, de positiva utilidad científica, pues la de Dupuy-Delcourt y Richard en 1824, con su flotilla aerostática, constituída por un globo central y cuatro más pequeños rodeándolo, no pasaron de una hora de duración, ni alcanzaron alturas interesantes.

El 27 de julio de 1850 Barral y Bixio, bajo la dirección del célebre matemático y astrónomo Arago, llegaron á 7030 metros de altura, realizando numerosas observaciones de valor.

Dos años más tarde, el aeronauta Green, ya citado como inventor de la cuerda resorte, hizo diversas ascensiones científicas, para el observatorio de Kew; el 18 de noviembre de 1852, Green, con el director del observatorio mencionado Mr. Welsh, llegó á 6989 metros de altura. Es otra ascensión célebre y digna de recordarse la del director del observatorio de Greenwich, el conocido meteorólogo Glaisher, quien, acompañado por el aeronauta Coxwell, llegó, según sus datos, á 9100 metros de altura el 5 de septiembre de 1862. En realidad la altura no era sino de 8838 metros, pero los aeronautas perdieron el conoci-

miento durante un largo espacio de la ascención, sin otra consecuencia desfavorable. La experiencia era patrocinada por la Asociación británica para el adelanto de las ciencias.

Pero entretanto, el objeto de estas ascensiones se había limitado á anotar datos meteorológicos, cuya importancia no podía discutirse,



Fig. 37. — Descenso trágico del *Geant*, de Nadar, 18 de octubre de 1863

sin duda, pero cuyo valor no era suficiente para justificar el peligro que entrañaban y el gasto que demandaban; era preciso obtener un beneficio mayor de tales experiencias y á ello se dedicaron Sivel, Crocé-Spinelli y los hermanos Tissandier en 1874.

Pero antes y de paso citemos la trágica ascensión de *Le Geant* de Nadar, realizada en octubre de 1863; aerostato gigantesco cuya barquilla estaba formada por una casa de dos pisos capaz de trasportar verdaderas muchedumbres; aunque se tratase de un globo deportivo,

su fin era allegar fondos para efectuar estudios científicos y sistemáticos acerca del problema que tanto interesaba por entonces.

La primer ascensión de Sivel y Crocé-Spinelli se efectuó el 22 de marzo de 1874, con el globo *Etoile polaire* (de 2800 m³), llegando á una altura de 7300 metros.

Al año siguiente la Academia de ciencias de París y otras sociedades científicas patrocinaron la primer ascensión del globo *Zenith* en



Fig. 38. — Destrucción del *Zenith*, 15 de abril de 1875

marzo de 1875, la que duró 22 horas, tripulando la barquilla Sivel, Crocé-Spinelli, Gastón y Alberto Tissandier y Joubert. Las observaciones de espectroscopia, presión barométrica, temperatura, dosaje de ácido carbónico en el aire, higrometría, estado eléctrico de la atmósfera, etc., fueron del mayor interés.

La segunda ascensión del *Zenith,* realizada por Sivel, Crocé-Spinelli y Gastón Tissandier, tuvo lugar desde La Villete el 15 de abril de 1875. Sivel piloteaba el aeróstato; Crocé-Spinelli tenía á su cargo los aparatos barométricos, termométricos y espectroscópicos; Tissandier dosaba el ácido carbónico atmosférico. La ascensión fué rápida, de

manera que media hora después de la partida se hallaban á 3300 metros de altura. Desde 4300 metros comenzaron á utilizar el oxígeno para la respiración y hacia 7000 metros comenzaron á sentir, á pesar del oxígeno, los primeros síntomas del mal de las alturas; á los 8000 metros Tissandier se desvaneció, y cuando volvió en sí, el globo descendía con rapidez.

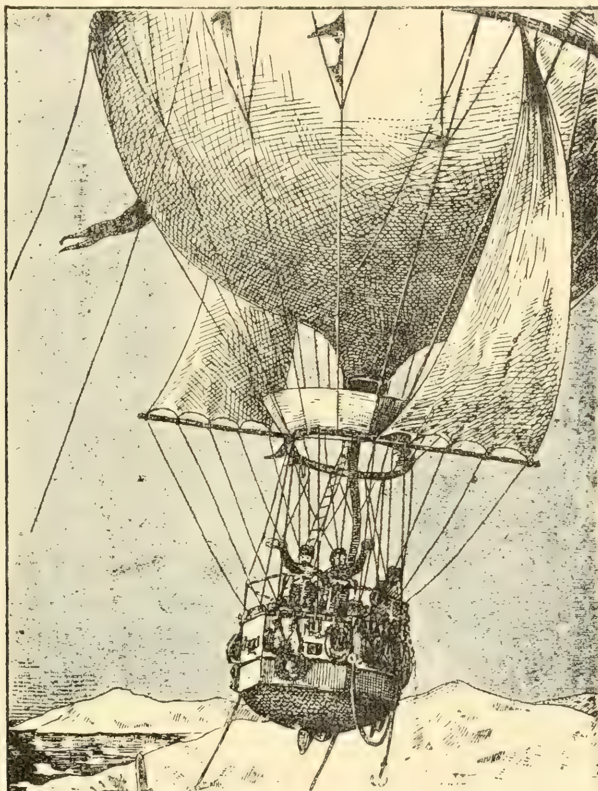


Fig. 39. — El globo Andrée, 11 de julio de 1897

Resueltos á alcanzar mayor altura, arrojaron lastre y el aspirador para el dosaje del ácido carbónico que pesaba 17 kilogramos; así el globo llegó aproximadamente á 8600 metros. Los tres aeronautas se desvanecieron; Tissandier, al volver en sí, encontró muertos á sus compañeros de viaje y al globo descendiendo con una celeridad vertiginosa, precipitándose sobre un bosquecillo de Ciron. El *Zenith* tenía 3000 metros cúbicos de volúmen.

Después de esta ascensión memorable se efectuó el 23 de agosto

de 1887 la de Jovis y Malet, quienes con un globo de 1600 metros cúbicos, *Le Horla,* llegaron á 7100 metros de altura.

Le siguió el recordman de la altura, Berson, quien efectuó en mayo de 1894, una ascensión hasta 7930 metros y en diciembre del mismo año, en el globo *Phenix,* á 9155 metros, la altura más alta alcanzada hasta entonces, superándose á sí mismo en 11 de julio de 1901 que llegó á 9200 metros, acompañado por Süring, y en 31 de julio en el *Preussen,* globo de 8400 metros cúbicos, alcanzaron la mayor altura, conocida por aeronautas, de *10.500 metros.*

La otra gran altura alcanzada por entonces corresponde á Balsan y Godard, que con un globo libre llegaron á 8858 metros el 23 de septiembre de 1900.

Tratando las ascensiones científicas, es justo citar y recordar la de Andrée, quien se había propuesto alcanzar el polo norte, con un esférico construído especialmente para ese fin.

Con el objeto de obtener alguna dirigibilidad para su esférico, Andrée dispuso la « cuerda resorte » de modo que fuese más larga y pesada que de ordinario y que arrastrase constantemente en el suelo, en parte de su longitud, y esto disminuiría la acción del viento; el resto se obtenía con una vela dispuesta de modo que pudiera manejarse desde la barquilla. El *Oernen* zarpó el 11 de julio de 1897 del archipiélago de Spitzberg, llevando en la barquilla á Andrée y sus jóvenes compañeros Stringberg y Frankel.

La expedición Andrée fué desgraciada y nunca más se han logrado datos exactos acerca de la suerte de los aeronautas; la Sociedad geográfica de Estocolmo habría deducido por los informes recogidos que los expedicionarios perecieron ahogados en el mar ártico, al norte de la Siberia.

En esos años de 1900 y 1901 las ascensiones científicas y de altura fueron numerosas y sistemáticas, organizadas unas por el conocido higienista Guglielminetti y otras por la Exposición de París de 1900. Ascensiones también altísimas corresponden á Heincke y Emdon en 1903, que llegaron á 7200 metros; el mismo Berson y Schrötter en 1904 llegaron á 8750 metros en Alemania; en Italia Usnelli y Crespi, en 1906, llegaron á 7000 metros; y Mina y Piacenza, en 1909, á 9200 metros. Entre estas ascensiones extraordinarias debe figurar la realizada recientemente en Francia por Schneider, Bienaimé y Senoucques, que llegaron á 10.080 metros en el globo *Icaro,* de 3000 metros cúbicos, quienes con Berson mantienen el record de altura, por encima de los 10.000 metros.

Respecto de las ascensiones cautivas, nada interesante puede decirse. Después de la primer ascensión de este género, de Pilatre de Rozier y d'Arlandes, en tiempos de Luis XVI, se han efectuado numerosas y en todas partes, contándose entre ellas las del eminente ingeniero Giffard, quien las presentó completamente organizadas en las exposiciones universales de 1867 y 1878. En esta última se hicieron ascensiones con un globo de 25000 metros cúbicos de volumen ó sea 35 metros de diámetro, el más grande esférico construído hasta el presente.

Y ya que de record en globo libre hablamos, conviene citar los de distancia más notables conocidos, aunque no ofrezcan ningún interés científico. El primero corresponde á Rolier y Béziers, quienes durante el sitio de París salieron de la ciudad para aterrizar en Noruega, efectuando un recorrido de 1300 kilómetros.

Este record fué batido en 1900 por Lavaulx y Saint-Victor, quienes salvaron 1925 kilómetros desde el centro de Francia hasta el corazón de Rusia en el globo *Centaure,* de 1600 $m^3$.

Son también viajes de distancia en esférico, dignos de señalarse, los de: Candron, en el *Mammuth,* de Londres á Mateki Devni, Rusia, 1850 kilómetros, el 18 de noviembre de 1908; Hadley en el *América II,* de San Luis al Canadá, 1884 kilómetros, el 17 de octubre de 1910; Hans Jerecke, de San Luis al Lago Kiskisiny, 1820 kilómetros, el mismo día en el globo *Duseldorf II;* Joerdans y Dertlor, desde Baviera á las Islas Orcadas el 4 de noviembre de 1910 en el *Touring Club,* 1550 kilometros; Bienaimé y Rumpelmeyer de La Motte Breuil á Riga, Rusia, en el *Picardie II,* 1700 kilómetros, el 5 de noviembre de 1911; Dubonnet y Dupont, de La Motte Breuil á Sokolososka, Rusia, 1954 kilómetros, el día 8 de enero de 1912 en el *Cóndor II;* Bienaimé y Rumpelmeyer, en el *Picardie,* en Rusia, 2191 kilómetro, el 27 de octubre de 1912 y Leblanc, 2001 kilómetros el mismo día, en el *Ile de France;* y finalmente el record mundial, Rumpelmeyer y señora Goldschmidt, que van de La Motte Breuil á Karkow, Rusia, 2420 kilómetros, el 19 de mayo de 1913 en el *Stella.*

Los records de duración, corresponden á: Korr, en el *Dresden,* que el 24 de octubre de 1909 se mantenía 70 horas en el aire, desde Dresde á Sickirko, Rusia, y Sehvek, que se mantenía 73 horas, record mundial, el 11 de octubre de 1908, en el *Helvetia,* desde Berlín á Borzset, en Noruega.

La presencia del tripulante debía poner por fuerza un límite á la altura de las ascensiones libres piloteadas, por ello era preciso recurrir á las ascensiones sin pasajeros ó por globos sondas, cargados solamente con aparatos registradores. Estos globos sondas han llegado á 29 y 30 kilómetros de altura. Fácil es pronosticar que ni aun con estos esféricos podrá llegarse á alturas muy superiores á esas.

La presión atmosférica disminuye con la altura siguiendo una ley



Fig. 40. — Un globo sonda inflado

logarítmica: hacia los 18.400 metros, el valor de la presión es un décimo de la del nivel del mar; hacia los 36.800 metros es ya un centésimo de dicha presión; y hacia los 73 kilómetros un milésimo, esto es, casi despreciable en absoluto.

La idea de los globos libres sin piloto había sido ya propuesta por Le Monnier en 1783 y tomada recién por los hermanos Renard en 1890, construyeron los primeros globos sondas, pero la falta de aparatos registradores seguros no permitía dar mayor fe á los resultados de las investigaciones. Estos globos se construyeron de papel de Japón y fueron lanzados desde el establecimiento aeronáutico de Chalais. Al mismo tiempo Hermite y Besançon construían globos sondas de papel, cargados con aparatos registradores rudimentarios, pero los inconvenientes que se presentaron para el lanzamiento de los globos

sondas de papel los condujeron á construir un globo de 113 metros cúbicos, el *Aerophile número 1,* que llevaba un registrador barotermógrafo de los hermanos Renard, bastante perfeccionado; el globo, en su primer ascensión de agosto de 1893, alcanzó á 15.000 metros, anotándose una temperatura de 51° bajo cero, análoga á la de los polos.

En 1897 construyeron globos sondas de seda, el *Aerophile número*

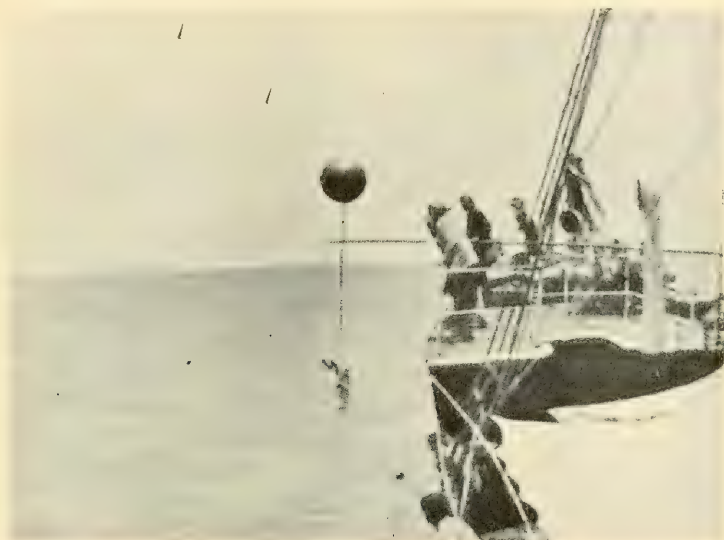


Fig. 41. — Un globo sonda al ser recogido

*3,* de 460 metros cúbicos, que alcanzaron en 13 de mayo hasta 17.000 metros de altura.

En 1898 el observatorio de Trappes lanzó varios globos sondas de papel, que llegaron, á pesar de ser de pequeño tamaño, á 13.500 metros de altura.

Algunos años antes, en Alemania, se efectuaron varios lanzamientos de globos sondas de tela, de los que el *Cirrus,* en abril de 1895, llegó á 20.000 metros de altura.

Todos estos tipos de globos sondas resultaban caros é incómodos y fueron modificados en 1902 por Assmann, quien construyó globos de caucho, de pequeñas dimensiones. Con este material, el volumen del globo aumentaba con la altura, llegando á doblarse y triplicarse el diámetro, con lo que el espesor del caucho se reducía hasta algunos centésimos de milímetro; estos globos generalmente explotan al lle-

gar á grande altura y el descenso de los aparatos se protege con un paracaídas de tela.

Más tarde Hergessel ha construído los globos sondas, en *tandem*, teniendo uno de los globos una fuerza ascensional mucho menor que el otro; cuando éste estallaba, el primero formaba paracaída y servía de guía para hallar los aparatos registradores.

Con estos globos de caucho se ha obtenido alturas de 28.000 metros en 1906 y de 29.000 metros en 1909, en los lanzamientos del observatorio de Uccle. cerca de Bruselas.

Para terminar esta ligera revista, citemos los *barriletes*. El general chino Han Sin parece haber sido el inventor del barrilete, lo hemos dicho, 200 años antes de Cristo; en 1749 se efectuaron ascensiones de barriletes en *tandem* por dos estudiantes ingleses, quienes colocaron en ellos termómetros de mínima que hicieron llegar hasta las primeras nubes. Son también conocidas las experiencias famosas de Franklin, así como las de Dalibard, á fines del siglo XVIII, y de Romas poco después. El observatorio de Blue Hill elevó barriletes con aparatos registradores en 1896 hasta 2843 metros. En 1899 el observatorio de Trappes los elevó hasta 4300 metros y hasta 5000 en 1900. El observatorio aeronáutico de Prusia pudo llegar hasta 6000 metros y en 1908 el observatorio de Monnt Weather consiguió alcanzar 7000 metros.

Esta rápida revista de la obra realizada con los globos libres, los globos sondas y los globos cautivos, no ha tenido otro propósito que presentar la utilidad que ha podido resultar de su aplicación.

Los datos meteorológicos obtenidos no podían ser más preciosos, pues las observaciones barométricas, termométricas, etc., han venido á comprobar las leyes generales sentadas y que debían considerarse casi como hipotéticas, dado que faltaba la afirmación experimental definitiva. Han sido igualmente de valor las investigaciones fisiológicas sobre la sangre, la presión arterial, las variaciones respiratorias, la fuerza muscular, el oído, la agudeza visual, la sensibilidad, etc.

### 3. *Período de aplicación*

Llegando á los dirigibles, que resuelven por el más liviano que el aire el problema de la navegación aérea, tendremos que retrogradar

al general Meusnier, oportunamente citado, quien debe considerarse como el verdadero precursor de la dirigibilidad de los globos.

El proyecto de globo dirigible, por él estudiado, contiene las condiciones esenciales de la dirigibilidad; estableció las ventajas de la forma alargada, de la invariabilidad de la forma del globo, é imaginó la adaptación de los pequeños globos de aire *(ballonets)*. Respecto de la propulsión, propuso remos giratorios, esto es, la hélice de nuestros días. Hemos dicho que el globo dirigible de Meusnier no fué construído nunca y que su volumen iba á ser de 200.000 metros cúbi-

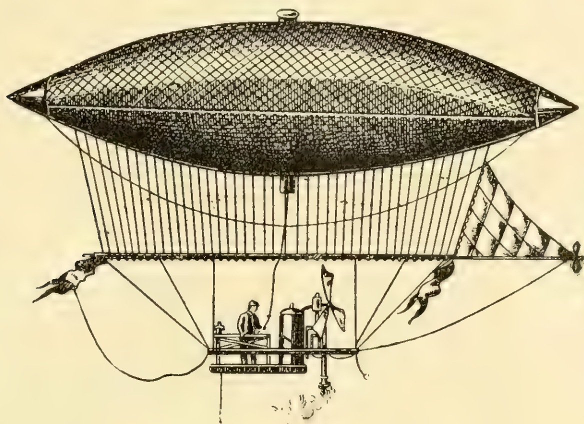


Fig. 42. — Dirigible *Giffard*, 1852

cos; mucho tiempo había de pasar antes de que sus teorías se llevasen á la práctica, para lo cual preciso es llegar hasta mediados del siglo pasado.

En 1834 Lennox construyó su gran globo dirigible alargado, cuya propulsión debía hacerse á remo. Su buque aéreo *L'Aigle*, como le llamaban, no llegó á apartarse del suelo, fracasando totalmente la experiencia.

Corresponde á Giffard, famoso inventor del inyector para las calderas á vapor, haber aplicado por primera vez la fuerza motriz á un aeróstato; problema éste que fué resuelto en 1852 empleando un motor á vapor con su caldera y hogar. Giffard se preocupó especialmente de la fuerza motriz; juzgaba que la navegación aérea no se haría posible hasta tanto se hubiese dotado al globo de una gran potencia, capaz de imprimirle una velocidad comparable á la velocidad habitual del viento.

En cambio, otra parte de la cuestión escapaba á su estudio: era la de las condiciones de estabilidad en globos alargados. Su primer dirigible, construído en 1852, carecía de los medios necesarios para asegurar la permanencia de la forma; como su dirigible no tenía más que un pequeño alargamiento y una velocidad de 203 metros por segundo, su defecto de estabilidad pasó inadvertido.

Pero un segundo modelo, construído por Giffard en 1855, con un alargamiento de 7 diámetros, pudo costar la vida á su autor. Al des-



Fig. 43. — Dirigible *Dupuy de Lome*, 2 de febrero de 1872

cender el globo, algo desinflado, se torció escapando de la red en el momento de aterrizar, mientras la navecilla caía á tierra con el motor y el aereonauta. De todos modos el nombre de Henry Giffard pertenece á la historia de la navegación aérea por la habilidad y audacia de sus concepciones.

En 1870 Dupuy de Lome, distinguido ingeniero de construcciones navales, fué encargado de proyectar un navío aéreo, destinado á asegurar las comunicaciones con el exterior del entonces sitiado París. Este proyecto, ejecutado con una sagacidad sorprendente, contenía en germen casi toda la técnica del globo dirigible.

Partiendo de la idea de Meusnier, Dupuy de Lome estableció en principio la necesidad de mantener invariable la forma del dirigible, empleando pequeños globos de aire. Adoptó un alargamiento de 2,43 para asegurar la estabilidad longitudinal, y colocó la barquilla muy

baja en la parte inferior del globo de manera que constituyese una cupla estabilizadora de gran brazo de palanca. Esta barquilla se unía al globo por una suspensión funicular, cruzada por redes triangulares indeformables; el globo y la barquilla eran, de este modo, enteramente solidarios. Para disminuir la resistencia de avance. Dupuy de Lome suprimió el encordado, cuyas mallas forman acolchado á la tela del globo. Lo reemplazó por una especie de camisa adherida exactamente al globo.

Dupuy de Lome, encerrado en París y con limitados recursos, no pudo emplear fuerza motriz mecánica alguna, y admitió que, aprovechando viento favorable, los brazos de ocho marineros alcanzarían á poner en movimiento una hélice de nueve metros de diámetro á razón de 21 vueltas por minuto. La potencia así obtenida apenas alcanzaba á tres caballos. La construcción no fué terminada á tiempo y el aeróstato se ensayó recién á principios de 1872 en Vincennes.

Se efectuó una sola ascensión el 2 de febrero de 1872 y la velocidad obtenida se calculó en $2^{m}80$ solamente, lo que no pudo dar resultado práctico; la velocidad del viento en ese día era notablemente superior á la cifra indicada.

En orden cronológico, conviene citar el globo construído en 1873 por el ingeniero austriaco Haeinlein. La hélice debía ser accionada por un motor á explosión, alimentado por el gas del globo. Desgraciadamente no tuvo éxito y el globo no pudo inflarse sino con gas de alumbrado, cuya fuerza no alcanzó para elevarlo.

Diez años después de Dupuy de Lome, en 1883, los hermanos Tissandier hicieron un nuevo esfuerzo para obtener la velocidad que hasta entonces había fallado. La exposición de electricidad de 1881 demostró lo que se podía obtener de los dinamos, y accionando una de esas máquinas con una pila de ácido crómico, los hermanos Tissandier lograron propulsar, con una velocidad de tres á cuatro metros por segundo, un globo de 10.000 metros cúbicos. Esta velocidad fué insuficiente, pues no permitió volver al punto de partida, en razón de la fuerza del viento; no obstante constituía un progreso importante con relación á ensayos anteriores.

En tal situación los capitanes Charles Renard y Arturo Krebs hicieron el 9 de agosto de 1884 su sensacional experimento, efectuando por primera vez un circuito cerrado, con su globo *La France*. Las características del dirigible eran: volumen, 1800 metros cúbicos; longitud, 50 metros; diámetro en la mayor extensión, $8^{m}40$, es decir, un alargamiento de 6; motor eléctrico de 9 caballos que

pesaba 60 kilogramos por caballo y podía funcionar cerca de dos horas, ó sea 36 kilogramos por caballo-hora; hélice de 7 metros de diámetro á razón de 50 vueltas por minuto.

El globo era disimétrico, con la extremidad más gruesa hacia adelante, para reunir las condiciones más favorables de estabilidad longitudinal. El motor se accionaba por una pila clorocrómica, inventada

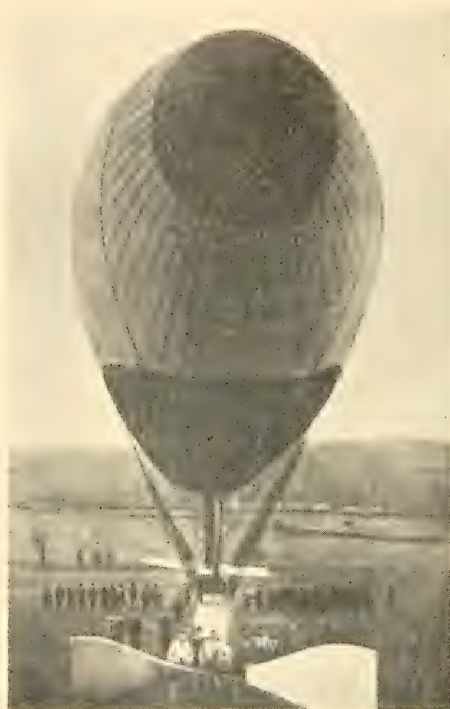


Fig. 44. — Dirigible *La France*, 9 de agosto de 1884
Primer dirigible que cierra un circuito

por el capitán Charles Renard y que es actualmente el generador de electricidad más potente que existe en un peso dado.

La barquilla de 33 metros de longitud, hecha de bambú, se sostenía por una red que recubría el globo, al que estaba ligada por suspensión indeformable. El globo hizo siete ascensiones en 1884 y 1885, y cinco veces sobre siete pudo volver al punto de partida. Se constató una velocidad de $6^{m}50$ por segundo, velocidad que se midió exactamente con aparatos apropiados.

Estos resultados tan satisfactorios produjeron impresión extraordinaria, demostrando la posibilidad de que un navío aéreo aterrase en

su punto de partida y marcaron un paso definitivo en la vía de la dirigibilidad de los globos.

Conviene decir, empero, que el coronel Renard no consideró á *La France* sino como aparato de demostración.

Para obtener un verdadero navío aéreo, era preciso encontrar un motor más potente bajo el mismo peso, que permitiera obtener doble velocidad, ó sea de 40 á 45 kilómetros por hora. Por otra parte en un globo como en un navío, la potencia crece como el cubo de la velocidad; para doblar esta velocidad es necesario disponer de una fuerza

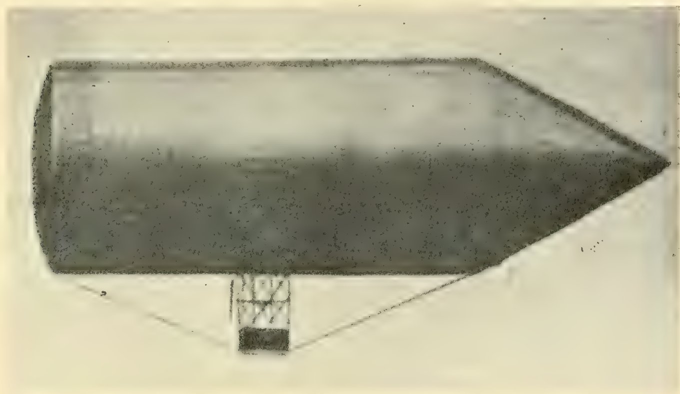


Fig. 45. — El dirigible de aluminio *Schwartz*, 1897

motriz ocho veces mayor. En definitiva los perfeccionamientos que deben seguirse se limitan á buscar motores mucho más livianos que los que la industria ofrecía entonces.

Desde luego se dedicó la mayor atención á los motores á explosión y, desde 1889, M. Deutsh propuso la aplicación del motor á gasolina á la navegación aérea; é hizo resaltar las ventajas que habría de no llevar en la barquilla ni caldera, ni agua, ni carbón, ni pesados generadores eléctricos.

La solución consistía en aligerar el motor á cuatro tiempos, descubierto recientemente por Daimler. El coronel Renard se preocupó inmediatamente de la cuestión del aligeramiento de motores, á la vez que del mejoramiento de los motores de explosión y motores á vapor.

Transcurrieron diez años sin llegar á solución satisfactoria; pero de pronto el problema fué resuelto por las exigencias de locomoción mecánica, y el automovilismo nos dió un asombroso ejemplo de lo que puede la industria privada.

La primera tentativa se hizo en Alemania en 1897 por el ingeniero Schwartz, con un globo construído de láminas de aluminio y dotado de motor á petróleo. El aparato hizo una ascensión sin resultado y se destruyó completamente al aterrizar.

En 1898, otro ingeniero alemán, Woelfert, construyó un dirigible en el cual la barquilla estaba colocada muy próxima al globo; el motor inflamó al hidrógeno y la barquilla cayó á tierra, ocasionando la muerte de los aeronautas.

En el mismo año 1898, Santos Dumont aeronauta apasionado, empleando los nuevos motores comenzó la construcción de dirigibles que sirvieron á sus notables experiencias.

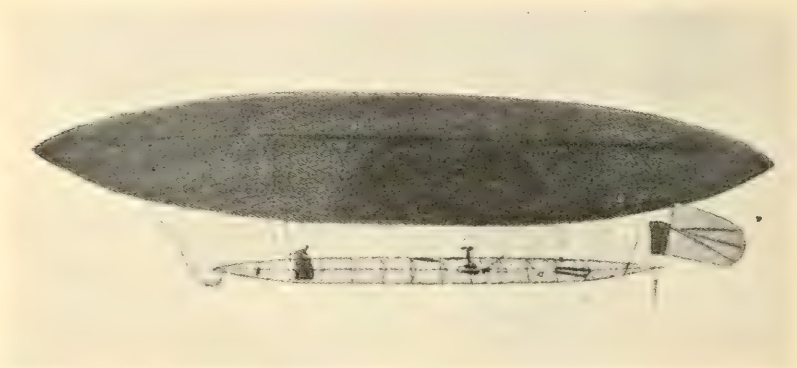


Fig. 46. — El *Santos Dumont, Nº 6*, que dió la vuelta al rededor de la torre Eiffel 19 de octubre de 1901

Casi en la misma época, 1899 y 1900, el conde Zeppelin experimentaba el primero de sus dirigibles rígidos.

No se puede decir que Santos Dumont haya aportado un gran progreso á la aerostación; en efecto, parecía ignorar siempre el trabajo de sus antecesores. El mejoramiento de sus aparatos era el resultado de sus propias experiencias, obteniendo con el aparato número 6 el premio Deutsch. La velocidad constatada fué casi equivalente á la del globo *La France*. Desde el punto de vista deportivo las experiencias de Santos Dumont revisten un carácter muy particular; por su intrepidez y arrojo, hizo salir de las sombras, en donde parecía sumergida después de las tentativas de Chalais, la cuestión navegación aérea, atrayendo por su perseverancia la atención de los ingenieros y aeronautas.

Gracias á su prudente audacia y á la precaución de navegar constantemente á cortas alturas, Santos Dumont pudo evitar todo accidente.

No sucedió desgraciadamente lo mismo, en 1902, con Severo y de Bradsky. El globo de Severo, *Pax,* se incendió en el aire, la barquilla se precipitó sobre la avenida Maine y los aeronautas se mataron. En el globo de Bradsky se produjo la rotura de la suspensión y la caída de la barquilla aislada, seguida igualmente de la muerte de sus tripulantes.

Llegamos ahora al modelo de dirigible tipo Lebaudy, construído según los planos del eminente ingeniero M. Julliot. El primer globo

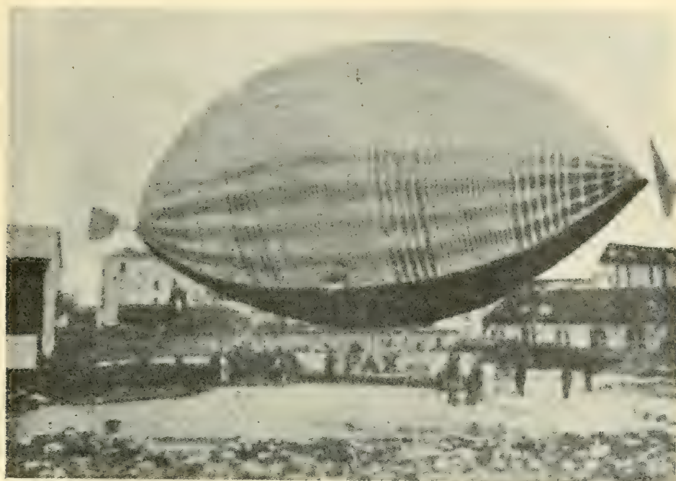



Fig. 47 — El dirigible *Pax* de Severo, 12 de mayo de 1902

de este tipo, el *Jaune,* fué iniciado en 1900 en los talleres de M. Surcouf y las primeras ascensiones se realizaron á fines de 1902.

Este dirigible entra en la categoría de los semirrígidos; está caracterizado también por la reunión, tan estrecha como sea posible, de la barquilla al globo. De modo que constituye un conjunto compacto casi enteramente metálico, formado por tubos de acero al níquel, por cables de acero de alta resistencia y de aluminio.

La parte inferior del globo se aplana sobre un cuadro horizontal, que sirve al mismo tiempo para fijar por un lado el globo mismo y por el otro la suspensión de la barquilla. Este cuadro sirve de intermediario entre la barquilla y el globo y permite repartir sobre una longitud mayor los puntos de unión de la tela. Los bordes están ligados al globo por fragmentos de cuerda, cuyas mallas superiores se reunen á barras empotradas en un refuerzo.

Un cuadro de empuje, que liga la parte delantera de la barquilla á la parte anterior de la plataforma, tiene por objeto transmitir la impulsión de la hélice al globo por un intermediario rígido. El volumen total es de 3000 metros cúbicos con una longitud de 58 metros y un diámetro máximo de $9^{m}80$ ó sea un alargamiento de 5,9. El globo es disimétrico, la mayor anchura es de 33 metros en la parte posterior y 25 en la delantera; esta es en punta, de modo que conserva su forma, á pesar de la presión ocasionada por la velocidad.



Fig. 48. — El dirigible *Lebaudy Nº 1*, octubre de 1902

La parte posterior era de punta en el primer modelo : fué reemplazada en seguida por una forma elipsoidal, necesaria para fijar la inversión. El pequeño globo tiene un volumen de 500 metros cúbicos, lo que permite alcanzar la altura de 1500 metros, sin riesgo de que el globo se desinfle al aterrizaje; el pequeño globo está dividido en tres compartimentos; el aire se inyecta en el compartimento central y se reparte en seguida en los compartimentos extremos por las aberturas de la separación.

Para estabilizar el globo se le ha dotado de cuatro planos horizontales y verticales, fijos los unos, móviles los otros, constituídos por marcos de tubos de acero, sobre los que se extienden las telas ignífugas. Los primeros de estos planos están constituídos por el cuadro ho-

rizontal y por una quilla vertical que la refuerza en su mitad posterior. Un segundo grupo sigue al cuadro elíptico con el cual está articulado: es una pluma de flecha en forma de cruz dispuesta como cola de pájaro y tanto más eficaz cuanto que está más alejada del medio del globo. La barquilla tiene la forma de un pequeño barco de fondo plano; construído de tubos de acero con bordaje de láminas de aluminio, está consolidada por una pirámide invertida, cuya punta toca tierra en el momento de aterrizar. El motor es un Mercedes de 35-40 H. P.

Las hélices en número de dos se colocan simétricamente á derecha é izquierda de la barquilla, de manera que no haya ningún obstáculo

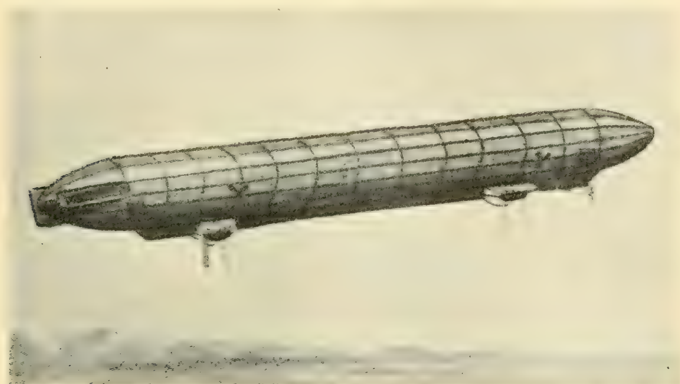


Fig. 49. — El dirigible *Zeppelin Nº 1*, julio de 1900

delante ó detrás de ellas. Están construídas con láminas de acero de $2^m50$ de diámetro y giran en sentido contrario con una velocidad de mil vueltas por minuto como el motor; su velocidad circunferencial alcanza á 120 metros por segundo.

La velocidad del aire al salir de las hélices, alcanza de 14 á 15 metros por segundo. La primer campaña tuvo lugar en octubre y noviembre de 1902.

El primer dirigible construído por el conde Zeppelin debutó en 1900 y de una manera general constituye el tipo de los globos rígidos. El Zeppelin número 1 tiene la forma de un cilindro terminado por dos elipsoides de revolución.

El cuerpo del aeróstato está constituído por un esqueleto de aluminio sobre el cual se tiende una envoltura exterior de tela cauchout. El armazón está consolidado por tabiques intermediarios que dividen al aeróstato en 17 compartimentos, en cada uno de ellos hay un

globo inflado de hidrógeno que toma la forma del compartimento; cada uno de estos globos está dotado de una válvula automática.

Las barquillas en número de dos son verdaderos botes de aluminio, suspendidos al armazón metálico por tubos del mismo metal. En cada barquilla hay un motor de 14 HP, que acciona dos hélices de aluminio de cuatro palas, colocados arriba de la barquilla y á cada lado del globo, un poco abajo de su eje longitudinal.

Las características del dirigible son las siguientes: longitud 128

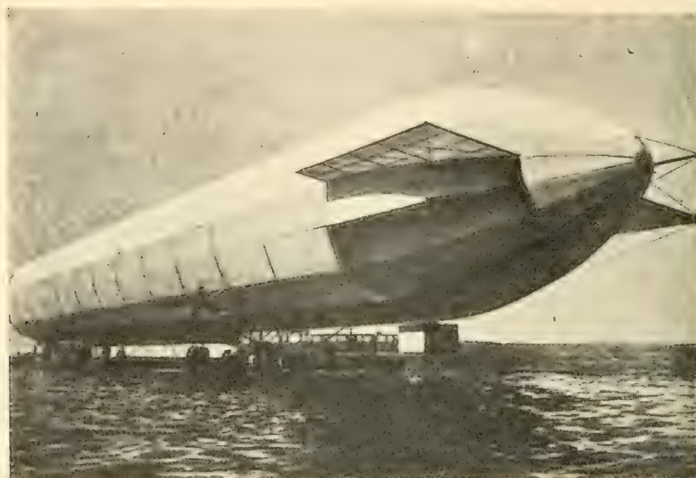


Fig. 50. — El *Zeppelin Nº 2*, encima del lago Constanza 30 de noviembre de 1906

metros, diámetro $11^{m}50$, volumen 11.300 metros cúbicos. El desplazamiento en altura puede ser obtenido mediante un esfuerzo dinámico producido por la inclinación del globo; esta inclinación se realiza por la acción de un peso de 150 kilogramos, susceptible de ser desplazado durante la marcha para sobrecargar á voluntad la parte anterior ó posterior del aeróstato.

El dirigible fué enviado en 1900 á su hangar flotante de Mamzell, á orillas del lago Costanza, efectuó tres ascensiones de julio á octubre; desgraciadamente, á consecuencias de un accidente desconocido, el armazón se cortó en dos partes, cuando el globo estaba en su hangar, y se renunció á su reparación.

Los medios pecuniarios precisos para la construcción de un segundo aeróstato se obtuvieron pronto, y cinco años después de la destrucción del Zeppelin número 1 el nuevo globo estaba terminado.

El Zeppelin número 2 medía 126 metros de longitud, $11^{m}70$ de diámetro y tenía un volumen de 10.400 metros cúbicos. Cada barquilla llevaba un motor de 85 caballos; los timones de altura estaban instalados de manera que permitieran al globo elevarse del agua á la atmósfera sin arrojar lastre.

El dirigible fué establecido en un hangar fijo construído en Manzell á orillas del lago. Se efectuaron dos ascensiones el 30 de noviembre de 1905 y el 17 de enero de 1906; después de la segunda, un accidente de timón obligó al dirigible á aterrizar, destruyéndose completamente por una tempestad que lo arrastró.

Á pesar de ésto el inventor no se arredró y en el mismo año consiguió construir y experimentar un tercer modelo de 128 metros de longitud y 11 metros de diámetro.

Como se había constatado que el hangar fijo presentaba graves peligros cuando era necesario sacar el globo con vientos oblicuos á su dirección, se construyó un nuevo hangar flotante con un crédito de 625.000 francos votados por el Reichstag.

El conde Zeppelin, además, á principios de 1907 fué autorizado para realizar una lotería cuyo producido le permitiera continuar sus trabajos. El Zeppelin número 3 efectuó en septiembre una serie de cinco ascensiones afortunadas, que se terminó el 30 por un viaje de ocho horas. La velocidad propia fué avaluada en más de 50 kilómetros por hora. Pero el 14 de diciembre de 1907 un huracán alcanzó al hangar flotante y el globo sufrió desperfectos en su parte delantera.

Entretanto en Francia se construía en 1906 el primer tipo especial de dirigible militar, el *Patrie*, haciéndose los ensayos oficiales en Moisson. Este dirigible poseía un motor Panhard-Levassor de 70 caballos de poder, y con su provisión normal de combustible podía mantenerse diez horas en el aire; la suspensión de la barquilla se hacía con cables de acero y tenía dos timones de altura, uno á cada costado de 8 metros cuadrados de superficie cada uno. En diciembre de 1906 realizó su primer viaje sin inconveniente alguno y otros muchos en 1907; su último viaje tuvo lugar el 23 de noviembre de 1907 de Chalais á Verdún, siendo el de más duracion y recorrido de los que realizara. El recorrido de este viaje alcanzó á 240 kilómetros empleando 6 horas y 45 minutos, esto es, una media de 35,5 kilómetros por hora. Pocos días después, el 1° de diciembre, una tempestad arrastraba al *Patrie*, que no pudo ser sostenido por 200 hombres que lo sujetaban; fué á caer en las costas occidentales de Irlanda, donde se des-

truyó. El *Patrie* había realizado 47 viajes aéreos en circuitos cerrados y abiertos sin dificultades apreciables.

El problema estaba, pues, resuelto desde tiempo atrás.

Después de ésto la construcción de dirigibles se ha generalizado en todos los países europeos, cambiándose constantemente el tipo y sus detalles, pero con todos ellos se han logrado los propósitos de su construcción, pudiendo ya considerarse que los perfeccionamientos que pueden introducirse en los dirigibles son de menor cuantía, dentro del presente sistema de dirigibilidad.

# AGUSTÍN ÁLVAREZ

Ex presidente de la Sociedad Científica Argentina

## SUS DOCTRINAS ÉTICAS Y DE IGUALDAD Y DEMOCRACIA

DISCURSO DEL INGENIERO NICOLÁS BESIO MORENO
PRONUNCIADO EN EL ACTO PÚBLICO DE HOMENAJE Á SU MEMORIA
REALIZADO EN BUENOS AIRES EL 25 DE JUNIO DE 1914

---

Señores :

La desaparición de un filósofo es siempre una hora de duelo para la libertad. La muerte de un pensador es siempre un acontecimiento luctuoso para la ciencia.

En cambio, determinan una consideración atenta de sus doctrinas y dan ocasión para que se las estreche en un examen crítico enérgico y en una revisión formal ; lográndose que las enseñanzas de su obra se condensen y perfilen en el ambiente que las provocara.

Y como al avanzar las tinieblas sobre el valle ha de aguzarse la visión, si intenta percibir en el panorama la acción poderosa del infatigable fecundizador del universo, así mi espíritu deberá aguzarse hasta su visión perfecta, en la dirección dada, para abarcar el conjunto de la obra de una mente esclarecida y analizar el sistema científico que la constituía, ahora que la luminosa frente no emite nuevos rayos, uno solo de los cuales habría bastado para mostraros su concepto arquitectural con precisión indeleble !

Pero el espíritu sólo se aguza por la voluntad y el estudio, y para comprender y presentar á Agustín Álvarez bastaba inspirarse en el propio ejemplo de su espíritu valeroso, tan desembarazado de todo temor y dispuesto siempre á lanzarse al combate rudo, cuando se le fijaba un puesto en la lucha. La voluntad y el estudio están siempre al alcance de quien desea esgrimirlos ; y de tales armas me he vestido para entrar en la empresa arriesgada que se me confiara.

Señores :

El sistema filosófico de Agustín Álvarez, no ha aparecido nunca en

una obra sintética que lo resumiera de un modo general, pero se manifiesta en sus libros, discursos y pensamientos, que no sólo no forman una serie de ideas desligadas é independientes entre sí, sino que constituyen un conjunto de unidad verdadera, tan definido y compacto, que sus principios comprenden los elementos metafísicos necesarios para construír sobre ellos una doctrina científica, rigurosamente sistemática.

La fundaba sobre una virtud primera, que poseía en grado sumo: la libertad interior en el raciocinio, que era para él la base y fundamento exclusivo de la moral, de la que su á vez derivaba, como por único camino, la felicidad individual y colectiva. Así la doctrina de Álvarez reposaba sobre este irrevocable sistema de conceptos filosóficos correlativos: libertad, moral, bienestar general.

Ninguna conquista debió ser más difícil para el hombre que la del concepto de libertad; el espectáculo de la naturaleza debía aparecer para su cerebro rudimentario como la expresión inmediata del principio de sujeción á la fuerza ó la astucia, y desarmado para el combate aun contra los demás hombres — sus mayores enemigos — debía reducirse á la voluntad del más apto, ignorante aún, como el resto de la creación, del sentido del bien y del mal.

Pero en un examen más atento la naturaleza había de presentársele luego como la madre de la libertad y su permanente observación hubo de conducirlo al fin á concebir la libertad primero y aspirar á ella después.

La libertad, pensaba Álvarez, tiene dos términos de ejecución irreductibles: es el primero alcanzar á concebirla; es el segundo llegar á practicarla. Uno es la libertad interna en la elaboración del raciocinio, otro es la libertad externa y el goce de ella. Uno por el camino de la voluntad conduce á la virtud; otro por el camino de la inteligencia conduce á la sabiduría.

La libertad interna es un proceso mental de evidente magnitud, decía Álvarez, y veamos cómo.

Para develar la verdad necesario es apoyarse sobre el principio de la libertad del espíritu en la observación de la naturaleza, en el análisis de los hechos y en el proceso de los raciocinios.

Vano será que la contemplación de los fenómenos que constituyen la existencia del universo, pueda realizarse con los sentidos libres de toda traba, si el espíritu que ha de considerarlos ó el raciocinio que ha de juzgarlos, viven encarcelados entre prejuicios que dificultan ó mutilan su libertad de examen. El conocimiento es el resultado de la elaboración á que el espíritu humano somete los fenómenos que sus

sentidos perciben: es el raciocinio aplicado á la percepción. Y el conocimiento no puede ser exacto y respetable si en todo el mecanismo de su formación no ha presidido la libertad de observación, seguida la libertad de análisis.

Por esto Álvarez provocó la creación de una escuela de libertad en la elaboración del raciocinio y á tal fin concurrían todos sus esfuerzos, difundiendo con grande perseverancia de acción y valentía, sin desmayos, la necesidad de desembarazar el espíritu de los cercos imaginarios, que lo confían en el angosto recinto de los preconceptos y errores heredados, mantenidos al través de los tiempos y de los hombres, al amparo de la inercia de la razón y que huyen y se desvanecen al menor esfuerzo de la visión espiritual educada, como nubes que dispersa el soplo soberano del pampero vivificador.

Como fenómeno interno, la libertad en la elaboración del raciocinio es el arma más poderosa de que dispone la filosofía para su propio desenvolvimiento y progreso y el instrumento principal que utiliza la ciencia para construír su edificio indestructible.

Concebida al nacer la filosofía griega en la era del examen, no pudo concretarse sino cuando se fundaba la ciencia en el período de la máxima grandeza helena: aparecen entónces Platón y Aristóteles creando el verdadero concepto político de la libertad.

Platón edifica su artificiosa «República» que se levantaría sobre la justicia y la virtud; la grandeza de la sociedad residiría en estos tres atributos primeros de cada uno de sus individuos: la fortaleza, la prudencia y la justicia, obtenidas merced á la unidad del régimen, á la que consideraba como la perfección final en el orden social ó moral.

En el sistema de Platón aparece un estimable esfuerzo hacia la libertad interior, pero sacrifica en cambio sin piedad la libertad externa, porque la unidad del régimen que preconiza y el poder del gobierno debían concluír por aniquilar la libertad individual; donde hay absoluta unidad, no hay libertad; y donde hay codificación superabundante y expresa con excesiva preeminencia del Estado, tampoco hay libertad. Y, sobre todo, no hay ciencia donde sólo hay abstracción pura, y Platón debió llegar y llegó á negar al hombre la posibilidad de la ciencia, que radicaría exclusivamente en el seno de Dios. Coinciden así en un punto Sócrates y Platón.

El sistema platoniano fué rectificado violentamente por Aristóteles. Este famoso maestro del saber humano, es un ejemplo encumbrado de la libertad interna en la elaboración del raciocinio. Su soberana razón examina los hechos de la naturaleza en un análisis indepen-

diente de todo otro juicio y establece con ella las conclusiones finales de sus observaciones, para generalizarlas luego en una inducción impecable. En sus raciocinios no se introduce jamás ninguna noción ajena á la cuestión, ningún concepto cuya verdad no hubiese establecido de antemano por el ministerio de sus propios sentidos ó de su propia razón : creyendo que la verdad es una y el error multiforme, habíase preparado para defenderse del error con energía.

La « Política » de Aristóteles es una reducción magistral del principio de la libertad interna. Concibe al Estado como una reunión de individuos que practican la virtud y está él mismo dirigido por la justicia ; las funciones públicas se entregarían á la virtud y el talento, pues sólo en ellos puede residir la justicia y alcanzarse el bienestar general. La libertad de cada uno y la libertad de todos, lograrán crear la asociación capaz de procurar una vida perfecta en el seno de la abundancia : hé aquí la moral y la felicidad labradas por la libertad. Salvo que los hombres están sujetos á las pasiones y el Estado debe ser sólo dirigido por la razón que se traduce á la ley : he aquí el principio constitucional del gobierno. No le faltó sin embargo su pavoroso error : la esclavitud, aun cuando establece que el Estado es una asociación de hombres libres bajo el gobierno de una ley que contemple el bienestar común.

Pero pocos siglos habían de pasar para que apareciese sobre la tierra la figura generosa y ciclópea de Cristo y su sabia doctrina moral, y pocos más para que un dogmatismo trágico y monstruoso se apoderase de ella, para embarcar las conciencias y clausurar las mentes. La iglesia se había levantado de frente á la filosofía y á la ciencia y deformando y aun demoliendo el sistema moral de Cristo, despertando el fanatismo que siempre palpita adormecido en el seno de la ignorancia, se propuso substituír sus dogmas al proceso del raciocinio y las especulaciones de la ciencia y lo alcanzó y mantuvo en largos siglos de espantosa tiniebla.

Tamaña iniquidad debía herir gravemente, por cierto, toda libertad de conciencia; y cuando la gran enemiga adquirió el poder y la fuerza, se constituyó en el verdugo implacable de la libre discusión filosófica y del libre examen, es decir, de la sabiduría ; y para sostenerse fundó la intolerancia, arremetiendo contra la libertad, en el Estado, en la sociedad, en el hogar, en las conciencias.

Pero en vano ; la aspiración al bien y á la perfección es atributo orgánico en el hombre : el derecho á la libertad es conciencia de la materia. Y así, mansamente, silenciosamente, la derrota de la iglesia

se ha operado por los estallidos incontenibles de la filosofía y la ciencia, que nada podrá abatir ni detener. Quince siglos de horror fueron necesarios para reconquistar los dones supremos con que la naturaleza ha adornado al hombre, y en esta lucha tormentosa, la iglesia ha concluído por herirse con su puñal envenenado; y languidece hoy olvidada por la filosofía é ignorada por la ciencia. Álvarez no le perdonó jamás su nefando delito y su vida entera se consagró á reducirla al altar y desterrarla de la vida pública y privada, aun de los pueblos, indignos de la libertad, que aún gobierna.

El dogmatismo crudo no fué nunca tan agresivo ni dominante como en la enmudecida Edad Media, y luego que las grandes conquistas de la ciencia produjeron el despertar de los cerebros en los tiempos modernos, fué de nuevo posible pensar en la libertad, que tímidamente empezó á renacer por doquiera.

Dos peripatéticos insignes provocaron este renacimiento esplendoroso: Averroes, que presentó de nuevo á la consideración del mundo el método filosófico de Aristóteles en sus «Comentarios», y Alighieri, que fundó en su «Comedia» una doctrina moral más enérgica y humana que la imperante del cristianismo, y ambos que concurrieron á despertar, en los tiempos, el amor á la sabiduría y al arte, recordando los nombres olvidados de los grandes pensadores y poetas de Grecia y Roma.

La ciencia conoció, á poco andar, horas de grandeza, sólo comparables con las que le proporcionara la escuela de Alejandría, y sus descubrimientos fueron de tal magnitud y variedad, que la estructura política y social del mundo civilizado hubo de cambiar á sus impulsos.

Vino entonces el renacer del arte, en sus faces todas, iniciado y presidido por Dante; los descubrimientos geográficos por obra de Colón; los astronómicos por obra de Copérnico; la invención de la imprenta por Guttemberg; y finalmente la sujeción del movimiento del universo á leyes matemáticas por Kepler.

Cada una de estas conquistas lo fué para la libertad.

Su condensación expresiva aparece en el «Espíritu de las leyes» de Montesquieu, solemne precursor de la conquista definitiva de la libertad interior, que había de realizar la humanidad, á los esfuerzos de la filosofía crítica.

Montesquieu ha practicado en su obra un análisis perfecto de la libertad pública, desde el punto de vista del estado, y sus teorías comprenden todos los grados del problema; contempladas desde la hora presente en que la agitada vida del siglo ha conglomerado la mayor suma de experiencia sobre la cuestión, la estructura de su sistema no

se debilita, porque parece haber agotado cuanto la historia pudo decir hasta su época y cuanto puede expresar la libre discusión filosófica. Y es desde este punto de vista que Montesquieu se engradece en el campo de la libertad de elaboración del pensamiento; su exposición y examen de las teorías opuestas á su sistema es un ejemplo insuperable de libertad de juicio; los términos de la cuestión aparecen agotados y en todo su trabajo se advierte una prudencia excepcional para juzgar los argumentos que se impone desde luego y que se basa, justo es decirlo, en el sistema de Descartes.

La obra de Montesquieu en primer término, y de Voltaire y Rousseau luego, encumbrados ejemplos de la libertad de pensamiento, concentran de nuevo todas las resistencias: la « Enciclopedia » de D'Alembert y Diderot es condenada al fuego; Voltaire, aprisionado; Rousseau, desterrado; cuanto representa espíritu nuevo, sofocado y oprimido; sus traducciones, prohibidas y perseguidas; las librerías é imprentas, clausuradas; los filósofos, anatematizados por la iglesia y por la Facultad de teología. Pero la persecución es artificial; el siglo ha aceptado ya las nuevas ideas, conformes con los tiempos que llegan, y, á poco andar Turgot, escala el ministerio y la resistencia se derrumba.

El espíritu nuevo, la libre discusión, la razón despierta, lo invaden todo: el estado, la sociedad, la familia y el individuo; la escuela, la universidad, la academia y el teatro; las ciudades y las campiñas; las chozas y los palacios; las plazas y el trono; el pueblo y la nobleza, y las prisiones en fin. Se abren ya las puertas de una nueva edad.

El salto desde Aristóteles á Montesquieu (cerca de dos mil años) no puede parecer demasiado grande, ni suscitar susceptibilidades entre los partidarios de determinadas escuelas; sólo habría faltado citar y quedan citados de paso, el « Monarquía » del Alighieri y el « Príncipe » de Maquiavelo.

Montesquieu establece el principio de que en el estado de la naturaleza los hombres nacen en igualdad, la que la sociedad les hace luego perder; corresponde, pues, á la sociedad, devolverlos á la igualdad por ministerio de la ley. Sus invectivas contra la monarquía, de la que es menos defensor de lo que parece, terminan afirmando que el estado popular, para sostenerse, debe estar sometido á un régimen más que los otros, que es el de la virtud. El santuario del honor, de la reputación y de la virtud parece residir, agrega, en la república; y la república es el gobierno de la igualdad y de la libertad.

De Montesquieu á Rousseau, casi coetáneos, aparece Voltaire, cuya influencia en las masas no podría negarse. Estudia la historia con un

espíritu de crítica filosófica libre y firme, é invariablemente en guardia contra todo prejuicio; pero Voltaire tenía un criterio filosófico, á menudo más estético que ético; sus análisis no están siempre basados en la justicia, pues llega a bastarle y satisfacerle la elegancia de la forma y de las cosas y se contenta en considerar las apariencias exteriores y sus aspectos superficiales y mundanos. Su moral individual, un tanto fácil, estaba sin embargo contrapesada por una moral pública impecable, fundada sobre el respeto á la dignidad humana y á los derechos del hombre. Fué el heraldo de la tolerancia religiosa.

Más grande que todos, Rousseau fué la encarnación de la belleza moral: su estoicismo, su entusiasmo por lo bello, su fe pura, su patriotismo y liberalismo lo constituyen, con su espíritu filosófico supremo, en el más alto exponente de la causa de la libertad, y en su soldado más eficaz. Su propósito fundamental, perseguido al través de toda sus obras, es la reivindicación de los derechos del hombre, otorgados por la naturaleza, contra los artificios corruptores de la civilización. Los errores de su filosofía política no pueden sorprender, cuando se considera el aspecto afectivo y sensualista de su sistema, en un campo de acción tan complejo y vario como lo es el gobierno de la sociedad, y cuando se recuerda el carácter especulativo de su doctrina; sólo Montesquieu con su método histórico podía librarse por completo del error en materia tan difícil, y, apenas con él, el sapientísimo Locke, el gran filósofo inglés, padre del liberalismo, que fundaba la libertad en la razón.

Dígase lo que se diga, Locke es el precursor de Montesquieu y éste el de Rousseau. Montesquieu adopta el método experimental para sus estudios y Rousseau el especulativo, y así como el sistema político de Platón de nada pudo servir á Aristóteles, pues la abstracción ó la razón pura había precedido á la experiencia, así la moral política de Montesquiu pudo ser integramente utilizada por Rousseau, pues se había seguido el camino inverso, que es el que conduce á la verdad, la razón había considerado los frutos de la experiencia.

Los análisis de Rousseau invaden la constitución íntima de las cosas, sin detenerse en el detalle, y las presenta descarnadas sin reato mental alguno; su espíritu científico es de una hermosa libertad de pensamiento y en sus juicios sólo interviene por la experiencia y la razón libre y despojada de influencias ancestrales; renunciar á la lidertad — dice — es renunciar á la calidad de hombre, y es suprimir toda moralidad en las acciones, suprimir la libertad de la voluntad. Pero, el conflicto entre el estado y el individuo se plantea desde luego en el « Contrato social » y Rousseau, demasiado absorbido por el bien

común, sacrifica el individuo al estado y por ende el estado mismo: un estado cuyos miembros han abandonado toda libertad, no puede ser estado libre por mucho tiempo, porque la libertad es la madre de la iniciativa y de la justicia y por lo tanto del saber y de la moral.

Pero con todo y á pesar de todo, la evolución francesa se hallaba en marcha: Montesquieu y Rousseau la habían decretado y la debilidad de la monarquía la realizaba; la declaración de los derechos del hombre y del ciudadano, consagra los principios de igualdad y libertad, que quedan, á poco andar, incorporados á la legislación universal.

La libertad de los raciocinios de un grupo de sabios había realizado la gran conquista humana: faltaba sólo universalizar esta libertad interior, que, decíamos, ha de conducir á la virtud por el camino de la voluntad. Tal el empeño generoso de Agustín Álvarez que honramos aquí. ¿ Cómo realizarlo ? Por la educación, decía Álvarez, que encamina hacia el bien y fortalece la voluntad que permite realizarlo, llegándose así á la posesión de sí mismo.

La educación emancipa, coloca la mente en presencia del bien y del mal, de la virtud y del vicio, y le enseña á pensar sobre las consecuencias de cada acto humano; desde luego suprimirá el más inútil, el que no puede producir ningún beneficio ni aun aparente — y siempre lo sería — al que lo practica.

El mal no puede nacer de la sabiduría. La educación mejora el alma del individuo, como la instrucción mejora su inteligencia, y juntas conducen á la virtud; y si se reconoce la autoridad absoluta de la virtud y el saber, debe agregarse además que encarnan al espíritu crítico, de modo que si con ellos es posible el delito ó el error, no se vive jamás á ellos encadenado.

De la perfección del individuo — pensaba Álvarez — nace el bien general y por lo tanto la moral; y la perfección del individuo, lo conduce á la virtud, que es el resultado del libre examen. La virtud es una fuerza moral militante, á diferencia de la santidad que es fuerza moral pasiva. La virtud es un deber que se cumple con un esfuerzo dado, en tanto que la santidad es un placer al que se acude con agrado.

« La libertad interior — ha dicho Kant — es el único principio de la virtud. » « El hombre es tanto más libre, ha dicho un considerable pensador argentino que nos acompaña aquí, cuanto más comprende su propia naturaleza, la posición que ocupa en la sociedad y la importancia que su acción tiene en el destino de sus semejantes. »

Preparada la mente para la virtud y robustecida la voluntad para su ejercicio, por el ministerio de la educación y el libre raciocinio, el

hombre se habrá engrandecido á sus propios ojos, y su obra como factor social lo habrá hecho apto para la democracia y para el uso de la libertad, que las instituciones le aseguren.

« La virtud — dice Kant — es nuestro verdadero y mejor título de gloria », y adquirirla es hacerse acreedor á la gratitud humana. Con la educación de la mente que conduce al saber y la de la voluntad que lo lleva á la virtud, el hombre es un ser independiente y justo, y con él, pensaba Álvarez, quedarán abatidas todas las banderías y dogmatismos y todas las cadenas mentales ; el espíritu humano podría volar libre y sereno en la dirección predilecta, como el cóndor cruza el espacio tendidas las seguras alas y vigilante la pupila.

Pero el vuelo del espíritu humano debe estar amparado por la tolerancia social ; la libertad interna debe dinamizarse bajo la protección de la libertad externa, y ésta, adquirida y codificada, debe hallarse sin cesar vigilada por el individuo y la colectividad para que su decadencia no se realice por efecto de la incuria general. El individuo pues, está obligado á defenderla y practicarla, y para ello el camino señalado es el de la instrucción. « Es principio fundamental de gobierno — dice el mismo pensador argentino — el que reconoce la necesidad de la instrucción como base de la libertad ; ésta existe hoy por la cultura del espíritu humano, que la ha descubierto como un propio atributo y proclamado como un derecho de los hombres y una alta misión del Estado. »

La instrucción cultiva la inteligencia, perfecciona la razón y enriquece el espíritu, formando el caudal de conocimientos que es base de la sabiduría.

La educación y la instrucción forjan, pues, la virtud y la sabiduría, y como éstos son el material necesario y suficiente para establecer la moral, quiere decir, en último análisis, que la libertad es el fundamento de la moral. Tal también la teoría de Álvarez.

Su pensamiento tendía en moral á sobreponer la ética á la jurisprudencia y en su sentimiento de justicia campeaba siempre un espíritu de misericordia dirigido por los aforismos generosos : *Homo sum... Tout comprendre...* de madame Stael.

No hay moral donde no existe libre examen, y la moral era para Álvarez un sistema ético capaz de producir la felicidad del individuo y de la sociedad, asegurándole la libertad externa y procurándole la libertad interior.

La moral es un sentimiento estético. Aparte de su esencia ética, sus fundamentos han sido eternamente discutidos por la filosofía y la religión.

En sus diversas formas, es tan antigua como la reflexión humana y como la agrupación de los hombres en colectividad y aparece en los tiempos como un mandato divino; esta revelación del orden religioso se observa lo mismo en los « Vedas » que en el « Deuteronomio » : la moral se confunde con la religión. El Budismo presenta una moral humana y fraternal, pero estableciendo un régimen riguroso de castas; en el Brahmanismo la moral budista se ennoblece y purifica, acercándose á la moral cristiana. Para Confucio la moral es el perfeccionamiento de sí mismo. Los fundamentos posteriores de la moral de Mencius y los restantes pensadores orientales, son de una orientación religiosa definida.

En Grecia la moral escapa de los dominios de la religión y se entrega á la poesía; la religión aparece allí más como un adorno que como un dogma. La moral de Homero se reduce á estos principios iniciales: el heroísmo, la fidelidad en la amistad, el respeto á la vejez, la hospitalidad, la misericordia, la beneficencia y la frugalidad. De Hesiodo al estoicismo se suceden en Grecia diversos fundamentos de la moral, hijos casi todos de la filosofía de la época. El progreso de la moral en este período es grande y ya en los estoicos aparece el tipo nuevo de moral; el de la caridad y de la fraternidad humana, pero entibiadas por la inflexibilidad y la rigidez con respecto á sí mismo y el desprecio del placer y el dolor.

Entre tanto una pequeña tribu asiática elaboraba los fundamentos de la moral, que por más tiempo había de mantener su imperio sobre la humanidad: el pueblo hebreo. El legislador Moisés en su decálogo había establecido los principios de una moral religiosa, cuyos caracteres esenciales eran el de ser prohibitiva y eterna por una parte y proscribir al extranjero por otra; el moneteismo de este pueblo le aseguraba además una unidad perfecta y era el resorte de su prolongación al través del tiempo. Y siendo esta moral casi exclusivamente externa, había de ser también antes material que espiritual.

Se completó en el cristianismo llegándose á la doctrina moral predestinada: de dolor, de consuelo, de clemencia; prescribe la inocencia y la simplicidad; el perdón y la indulgencia; sus fundamentos están en el amor, en la caridad y en la misericordia. El dios cristiano es, además del sumo poder, la perfección moral. Pero es también una moral de humildad y de conformidad con la propia suerte: debe bendecirse la mano que oprime y perdornarse la ofensa que abate; el castigo queda para la otra vida. Pero el arrepentimiento de última hora redime el pecado y así el castigo ulterior desaparece; entonces el pecado puede cometerse sin temor.

La moral cristiana, pues, sin desearlo, fortalece el poder y empequeñece al hombre, lo modela para la humildad, el sufrimiento y la pobreza; no le enseña á defender sus derechos y á conquistarlos si es preciso, ni á procurarse la felicidad; debía entonces dificultar el progreso de la humanidad y encumbrar las fuerzas, consecuencias que se advirtieron luego, bajo el imperio de la iglesia, en la Edad Media. Pero es en cambio la moral de la igualdad.

La primera corrección del sistema moral cristiano aparece en la «Comedia» de Alighieri: el castigo para el pecado es violento y sin piedad, sin piedad sobre todo. Los eminentes padres del saber humano están confinados en el lugar del dolor, sin martirio del infierno, y de nada vale el infinito respeto que Dante les tiene ni el *Gran duol* que lo trastorna ante tal duelo. Ni se apiada de la desdichada Francesca, cuyo suplicio envidiable derriba de pena al gran poeta, cuando escucha la génesis de su delito. La mansedumbre está proscrita de la «Comedia» y bravamente castigadas la inercia y la cobardía moral.

La moral de Maquiavelo consiste en proclamar la excelencia de la virtud, siempre que su ejercicio resulte ventajoso para el hombre y la sociedad y aconseja la violencia para conseguir el bien. Su doctrina es otra corrección á la moral que comentamos; combate el feudalismo como enemigo de la libertad, pues para él ésta nace solamente de la igualdad; la diferencia de clases no permite el progreso, y así combate á los señores feudales: *tali generazioni d'uomini,* dice, *sono al tutto nemici d'ogni civiltá.* Y sostiene finalmente la imposición de esta moral de la igualdad por cualquier medio. La mansedumbre y la conformidad, pues, han quedado muy lejos.

Dejemos á Hobbes; la moral continúa su marcha incontenible hacia la libertad. Para Leibnitz, la moral se funda en el derecho estricto, la equidad y la piedad. Dejemos también á Espinoza y Mallebrancke y lleguemos hasta Kant. Su moral se asienta sobre el imperativo categórico de la razón práctica; proclama la finalidad del hombre en sí mismo y la autonomía de la voluntad; y establece que la moral debe ser el principio que promueva los actos humanos y no el fin á que deban tender; la virtud nacía de la razón y todo lo razonable era virtuoso; el hombre debía sujetarse á los mandatos de la moral y cumplirlos sin examen: ¿qué era entonces de la libertad?.

La moral de Fichte, exagerando más aún el carácter imperativo de la doctrina de Kant, y la moral de Schopenhauer; fundamentada exclusivamente en la clemencia: hé aquí los tipos más modernos del concepto moral.

Según Álvarez, hemos dicho, el fundamento de la moral es la libertad: ningún acto que no sea libremente realizado, sin temor á un castigo ó en espera de una recompensa, podía ser moral; y si la libertad venía acompañada de virtud y saber, los actos morales consecuentes serían encaminados hacia el bien general, que constituye la base del bienestar individual y colectivo.

Socialista, en cuanto el socialismo es una escuela de democracia y libertad, para Álvarez la libertad de la mente, con la libertad en las acciones, serían los principios de la moral, y una moral organizada así sobre la virtud y la sabiduría hijas de la cultura pública, aseguraría el progreso de la humanidad y defendería la civilización de los vicios que la corrompen, apenas se la disfruta en la paz y en la tranquilidad. Este tipo de moral, finalmente, comprendería en sí el perfecciona miento del individuo y la conservación de la especie, asegurándose entonces el cumplimiento de las leyes de la naturaleza que sólo á ello contempla.

Queda planeado, señores, el sistema filosófico de este grande pensador, cuyo corazón superaba á su saber, ha llegado el momento de decirlo.

Agustín Álvarez, hombre virtuoso y ciudadano austero, el más humilde de los grandes por la tendencia democrática de tu espíritu y el más encumbrado de los demócratas por la pureza resplandeciente de tu alma.

Tú batallaste por el respeto de la dignidad humana con tal pasión y denuedo, que los sentimientos humanos se sintieron purificados por la sola virtud de tu existencia.

El amor generoso que desbordaba en tu corazón por los débiles y los oprimidos, te aquilataba tanto, como tu campaña por la emancipación de la mente y tu despego por todo sectarismo y bandería.

Fuiste para la cultura popular el campeón esforzado; para nosotros refugio cálido y consejo amigo; para todos ejemplo de fortaleza y bondad.

Tuviste por la amistad un culto tan fervoroso, que él solo habría bastado para proclamarte poseedor de todas las virtudes.

Adalid de la libertad, de la enseñanza pública y de la soberanía popular, fuiste para la patria un hijo esclarecido y un factor principal de su grandeza futura.

Que la patria te conserve en sus altares, en reconocimiento de tus méritos sin cuento y para ejemplo de sus pensadores y gobernantes.

N. Besio Moreno.

25 de junio de 1914.

# APLICACIONES DE LA TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES

VISCOSIDAD
LEY DE ACCIÓN QUÍMICA MUTUA ENTRE DOS MOLÉCULAS
EQUILIBRIOS QUÍMICOS

## I

### LAS DIFUSIONES Y LA TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES

Cuando los movimientos lentos de un flúido no responden á las ecuaciones generales de la hidrodinámica deducidas de los principios de la mecánica clásica, se dice que aquel flúido es viscoso.

Aunque el estudio de la viscosidad de los líquidos ofrezca en los fenómenos físicoquímicos el mayor interés, me propongo limitar este estudio á la de los gases, por ser más fácil para éstos la aplicación de las teorías moleculares.

En 1857, Clausius fundó la teoría cinética de los gases en una memoria titulada: *Sobre la naturaleza del movimiento que llamamos calor.* Con esta primera tentativa, ya la presión de los gases tomaba un carácter de origen meramente cinético; se podía calcular la velocidad probable de las moléculas, y así más adelante se comprobó que la del oxígeno era de 461 metros por segundo y la del hidrógeno de 1844 metros. Por otra parte, las leyes de Mariotte y Gay Lussac se encuentran verificadas, siempre que los gases contienen el mismo número de moléculas por unidad de volumen, en las mismas condiciones de temperatura y presión.

Sin embargo, á primera vista, parece inexplicable el hecho de que las moléculas puedan moverse en línea recta con velocidades tan

grandes, si se tiene en cuenta la lentitud conocida con que se efectúa la mezcla íntima de dos gases en un ambiente dado. Pero el misterio desaparece cuando se considera la magnitud media del recorrido de una molécula entre dos choques consecutivos. En efecto, basta que aquélla tenga un radio finito, hasta muy pequeño, para comprender que el camino rectilíneo de un punto á otro se encuentre obstruído tan pronto como la distancia es mayor que un número relativamente pequeño de distancias moleculares.

Por otra parte, no ofrece ninguna dificultad el cálculo del orden de magnitud de aquel trayecto libre, en función del número de moléculas por unidad de volumen y del radio medio de éstas. Á cada molécula corresponde un dominio impenetrable para las demás, y á éste se lo llama *volumen de la molécula,* siendo su radio el de la esfera de volumen igual. Por otra parte, el camino medio no alcanza á cien veces la distancia entre dos moléculas, y permanece del orden de $\frac{1}{10}$ de micrón á la presión y temperatura normales.

Después de estos primeros trabajos de Clausius, Maxwell se empeñó en perfeccionar las ideas nuevas, y pudo darse cuenta de que el equilibrio de temperatura entre dos gases entraña como consecuencia imprescindible una fuerza viva molecular, *función pura de la temperatura* é independiente de la naturaleza química, convirtiéndose así la hipótesis de Avogadro en una consecuencia directa de la teoría cinética de los gases.

Pero, al propio tiempo, Maxwell, con su cálculo relativo á la conductibilidad de los gases, llegaba á una consecuencia bastante extraña, ó sea, que ni *la viscosidad* ni *la conductibilidad* pueden variar á temperatura constante *con la densidad del flúido.* Este resultado lo sacaba el gran físico inglés de las tres difusiones principales consideradas desde el punto de vista del trayecto medio: la difusión del calor ó *conductibilidad,* la de la materia ó de las moléculas mismas, y la del movimiento ó *viscosidad.*

Por otra parte, la distancia mínima de dos moléculas impenetrables se encuentra determinada por su propia naturaleza; pero si admitimos que aquéllas ejercen acciones á distancia, lo que es imprescindible, al menos hasta hoy, en toda teoría molecular (1), la distancia

(1) Ya observé en otra parte *(Teorías físicas y límites del conocimiento científico)* la repugnancia que experimenta todo espíritu científico respecto á la hipótesis de las acciones á distancia, y cómo se substituyó ésta por la de un ambiente

mínima ha de depender de la fuerza viva media, y es evidente que no tenemos ningún dato en cuanto á la naturaleza de tal relación, aunque de ella dependan indudablemente las varias difusiones.

Ahora bien, la determinación de la ley de éstas, en función de la temperatura, equivale á la definición de la ley de *acción mutua de dos moléculas* en función de la distancia que mide entre ellas. Numerosas experiencias se han realizado acerca de la difusión del movimiento, ó sea de la *viscosidad,* mediante dispositivos muy diferentes y por lo general muy ingeniosos. Son debidas á las investigaciones de O. E. Meyer, Bessel, Girault, Maxwell, Kundt, Warburg y otros. Pero no es aquí el lugar de describirlas, ó dar de ellas los resultados con detalles (1). Me contentaré con decir que, si la ley de acción mutua pudiese representarse por una potencia negativa $r^{-n}$ de la distancia $r$, la influencia de la temperatura se traduciría por una potencia determinada y positiva de la temperatura absoluta T. Ahora bien, la experiencia no confirmó previsiones de esta naturaleza. La fórmula más adecuada á los resultados experimentales es la de Sutherland, que ha sido confirmada por investigaciones recientes. La interpretación del físico inglés es, por otra parte, muy sencilla desde el punto de vista teórico. Según su concepto, la *sección aparente* de una molécula es *función lineal decreciente de* $\frac{1}{T}$, y esta hipótesis es una consecuencia inmediata de otra que consiste en admitir que la molécula ejerce una *atracción lentamente variable* fuera de un dominio impenetrable determinado, al menos para fuerzas cuya intensidad corresponde á las que acompañan á los movimientos moleculares.

En el estado actual de nuestros conocimientos científicos, este es *el límite* de la experiencia y de la teoría. La ley de atracción, siempre que sea muy lenta, permanece del todo indeterminada, y la ley de repulsión, que se manifiesta en el límite por la impenetrabilidad, queda también inaccesible. Lo único que sea posible, es considerarla como *variable muy rápidamente,* conforme á lo que nos muestra la

que sirve de vehículo á la propagación, pero hasta las acciones moleculares exclusive, pues no podemos admitir la existencia de un número infinito de estos ambientes intermedios (Conferencias publicadas en los *Anales de la Sociedad Científica Argentina,* t. LXXVI, p. 252, 289 y sig.).

(1) El lector encontrará una parte de estas experiencias en las memorias de : E. O. MEYER, *Poggend,* 1861, Anal, tomo CXIII, páginas 55, 193, 283; POISSON *Mém. Acad. París,* 1832, tomo XI, página 521 ; STOKES, *Cambridge Phil. Tr.,* tomo IX, página 32 ; GIRAULT, *Mém. Acad. de Caen,* 1860, etc.

compresibilidad muy pequeña de los cristales. De ahí todo el interés que se desprende del estudio de las tres difusiones y especialmente de la viscosidad, si queremos alcanzar la ley de acción mutua de dos moléculas en función de la distancia.

## II

## RESUMEN DE VARIAS TEORÍAS MOLECULARES RESPECTO Á LA VISCOSIDAD

La primera tentativa teórica fué la de Navier (1), que consiste en una modificación de la hipótesis de las acciones á distancia consideradas como funciones puras de la distancia. La teoría de Navier se funda en las tres hipótesis siguientes:

1ª En un flúido en movimiento, dos moléculas que *se van acercando* la una á la otra se repelen *con mayor fuerza*, y dos moléculas que *se alejan* la una de la otra se repelen *con menor fuerza*, que si la distancia permaneciese constante;

2ª Las acciones repulsivas de las moléculas crecen ó disminuyen en una cantidad proporcional á la velocidad con que se acercan ó se alejan las unas de las otras;

3ª Las dos hipótesis anteriores se aplican también á las acciones entre las moléculas del flúido y las de las paredes del recipiente que lo contiene.

Por otra parte, las acciones no son sensibles sino á distancias muy pequeñas, y las moléculas tienen velocidades muy poco distintas. Su acción mutua F es proporcional á la velocidad relativa, siempre muy pequeña, y se puede escribir:

$$F = f(r) \frac{dr}{dt} \tag{1}$$

Con esta base, Navier consigue determinar la resultante de todas las acciones que se ejercen sobre un elemento de volumen $d\tau$, y así llega, para la expresión de la componente X de F según la dirección del eje de las abscisas, á la relación:

(1) *Mémoire sur les lois du mouvement des fluides*, Mém. de l'Institut, 1823, tomo VI, páginas 389-440.

$$X = \varepsilon \left( \Delta u + 2 \frac{d\theta}{dx} \right) d\tau \tag{2}$$

en que se tiene:

$$\theta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} \tag{3}$$

$$\varepsilon = \int_0^\infty \frac{8\pi}{30} r^4 f(r)\, dr \tag{4}$$

$u, v, w$ siendo las componentes de la velocidad relativa según los tres ejes.

En cuanto á la pared, la resistencia que ofrece es proporcional á la velocidad relativa del flúido en contacto y tiene por expresión:

$$R = Eu \tag{5}$$

siendo dada E por la relación

$$E = \frac{2\pi}{3} \int_0^\infty F(r)\, r^2\, dr \tag{6}$$

en que la función $F(r)$ desempeña con respecto á la pared el mismo papel que $f(r)$ con respecto á las moléculas, lo que significa que la acción mutua *de viscosidad* $\mathfrak{F}$, entre una molécula del flúido y una fila de moléculas de la pared, es dada por la expresión:

$$\mathfrak{F} = F(r) \frac{dr}{dt}. \tag{7}$$

Después Navier aplica estos principios al movimiento de un líquido por un caño circular de sección muy pequeña y, en el estado permanente, llega á la expresión siguiente de la velocidad media U:

$$U = \frac{\rho g G}{\chi} \frac{R}{2E\left(1 + \frac{ER}{2\varepsilon}\right)} \tag{8}$$

en que $\frac{\rho g G}{\chi}$ es la caída de presión por unidad de longitud y R el radio del caño siempre muy pequeño.

Como se ve, la teoría de Navier atribuye al frotamiento con la pared una preponderancia no justificada, y debida á la elección que hace este físico, de la distribución más simple de las velocidades, que no corresponde á la realidad del estado permanente.

No me detendré en el examen de la teoría de Poisson, dada en su gran memoria de 1829, *Sur les équations générales de l'équilibre et du mouvement des corps solides élastiques et des fluides* (1), y en seguida pasaré al análisis de la memoria de Maxwell, publicada en 1866, sobre la *Teoría dinámica de los gases.*

El gran físico expone primero su propósito de explicar el fenómeno de la viscosidad en todos los cuerpos, *sin hacer intervenir hipótesis ninguna.*

Una deformación S se verifica en un cuerpo por un desplazamiento, y determina un *estado de tensión* F. La relación entre la deformación y la tensión es de la forma:

$$F = ES \tag{9}$$

en que E representa el *coeficiente de elasticidad relativo á la deformación* S. En un sólido que carece de viscosidad, F permanece igual á ES, y se tiene:

$$\frac{dF}{dt} = E\,\frac{dS}{dt}. \tag{10}$$

Pero si se trata de un flúido viscoso, el estado de tensión F, en vez de permanecer constante, tiende á cero con una velocidad que depende del mismo estado y de la naturaleza del cuerpo. Si aquella velocidad es proporcional á F, como es razonable suponerlo, la ecuación (10) puede escribirse como sigue:

$$\frac{dF}{dt} = E\,\frac{dS}{dt} - \frac{E}{\mathfrak{T}} \tag{11}$$

y, en esta forma nueva, corresponde empíricamente al fenómeno.

En efecto, si la deformación S es constante, la ecuación:

$$F = ESe^{-\frac{t}{\mathfrak{T}}} \tag{12}$$

nos enseña que E desaparece gradualmente, ó sea, que el cuerpo, substraído á toda acción externa, pierde poco á poco su tensión interna, acabando las presiones por repartirse como en un flúido en reposo.

Si al contrario $\frac{ds}{dt}$ queda constante, lo que significa que un movi-

(1) *Journal de l'École Polytechnique,* XX° cuaderno.

miento permanente del cuerpo hace crecer constantemente la deformación debida al desplazamiento, se tiene:

$$F = E\mathcal{T}\frac{dS}{dt} + Ce^{-\frac{t}{\mathcal{T}}} \tag{13}$$

y esto nos enseña que el estado de tensión F tiende hacia un valor constante que depende de la velocidad de desplazamiento.

Á la cantidad $E\mathcal{T}$ por la cual hay que multiplicar la velocidad de desplazamiento para conseguir *la fuerza,* Maxwell la llama *coeficiente de viscosidad,* igual al producto de un coeficiente de elasticidad E por un *tiempo* $\mathcal{T}$, y á éste le da el nombre de *tiempo de relajación ó duración del relajamiento de la fuerza elástica.* En los flúidos perfectamente móviles, $\mathcal{T}$ representa una fracción muy pequeña de segundo, y, en este caso, es muy difícil determinar el coeficiente E experimentalmente. Pero en los flúidos viscosos, $\mathcal{T}$ puede tener valores que ascienden á horas y hasta días, de tal modo que, entonces, E puede ser medido con la mayor facilidad.

Después Maxwell aplica á los gases los datos anteriores y primero admite que, en estos flúidos compuestos de moléculas en movimiento, hay también cierta resistencia á los cambios de forma, resistencia que llama *elasticidad lineal* ó *rigidez del gas.* Pero esta resistencia desaparece del todo ó al menos disminuye con una velocidad que depende de la magnitud de la fuerza y de la naturaleza del gas.

Maxwell trata después de medir la elasticidad debida á una dilatación instantánea del gas, y para ello considera el coeficiente E como igual á la presión *p;* así se puede escribir:

$$\mathcal{T} = \frac{\mu}{P} \tag{14}$$

siendo P el coeficiente de frotamiento. En esta forma es posible calcular el valor de $\mathcal{T}$ para el aire á la presión atmosférica; se encuentra:

$$\mathcal{T} = 2.10^{-10} \text{ segundos} \tag{15}$$

y valores del mismo orden para los demás gases.

Observaré que la explicación de Maxwell toma mayor precisión con la teoría cinética.

En efecto, la presión es debida á los choques contra la pared, y los choques mutuos de las moléculas la uniforman en todas direcciones

haciéndola isótropa. Ahora bien, si se prescinde de estos choques, suponiendo que el ambiente se dilata instantáneamente en una dirección dada, mientras se contrae en las otras dos rectangulares con la primera, sin cambio en el volumen, la distribución isótropa y primitiva de las velocidades se convertirá en una distribución elipsoidal, los cosenos directores $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, tomando los valores:

$$\left.\begin{aligned} \alpha' &= \alpha(1 + D_1 + \varepsilon) \\ \beta' &= \beta(1 + D_2 + \varepsilon) \\ \gamma' &= \gamma(1 + D_3 + \varepsilon) \end{aligned}\right\} \quad (16)$$

con la condición siguiente que expresa que $\alpha'$, $\beta'$, $\gamma'$ son los cosinus directores de una recta:

$$\alpha^2 D_1 + \beta^2 D_2 + \gamma^2 D_3 + \varepsilon = 0 \quad (17)$$

y también con la condición de conservación del volumen:

$$D_1 + D_2 + D_3 = 0. \quad (18)$$

Por otra parte, una molécula de masa *m*, cuya velocidad tiene *u* por componente según el eje de las *x*, ejerce sobre una pared normal á este eje un impulso igual á 2 *mu*, á la época del choque que invierte las velocidades. Las moléculas de esta clase que vienen á chocar con una superficie $\sigma$ de la pared durante un instante *dt*, se encuentran al principio en un cilindro que tiene $\sigma$ por base y *udt* por altura, siendo $\sigma udt$ el volumen.

Si *n* es el número de las moléculas contenidas en la unidad de volumen, el número de las moléculas contenidas en el cilindro será:

$$n\sigma u\, dt$$

y el impulso total verificado por ellas durante el mismo tiempo *dt* será:

$$2nmu^2\, dt$$

ó por lo general

$$\Sigma\, 2mu^2\, dt$$

la suma $\Sigma$ habiendo de comprender á todas aquellas moléculas.

Pero, en el caso presente, se tiene antes de la deformación:

$$\left.\begin{aligned} u &= \alpha V \\ \Sigma\, 2m\alpha^2 V^2 &= p \end{aligned}\right\} \quad (19)$$

y, en seguida después, si la velocidad de agitación V no ha cambiado

$$\left.\begin{aligned} u &= \alpha' V \\ \Sigma\, 2m\alpha^2 (1 + 2D_1 + 2\varepsilon) V^2 &= p + \delta p \end{aligned}\right\} \quad (20)$$

de donde

$$\begin{aligned} \delta p &= 2D_1 p - \Sigma 4m\alpha^2 (\alpha^2 D_1 + \beta^2 D_2 + \gamma^2 D_3) V^2 \\ \delta p &= 2D_1 p - \frac{6}{5} D_1 p - \frac{2}{5} (D_2 + D_3) p \end{aligned} \quad (21)$$

y, si se tiene en cuenta la condición $D_1 + D_2 + D_3 = 0$:

$$\begin{aligned} \delta p &= 2D_1 p - \frac{4}{5} D_1 p - \frac{2}{5} (D_1 + D_2 + D_3) p \\ \delta p &= 2pD_1 \left(1 - \frac{2}{5}\right) = 2pD_1 \frac{3}{5} = 1,2pD_1 \end{aligned} \quad (22)$$

Resulta, pues, que la anisotropía en la distribución de las velocidades, debida á la dilatación instantánea, desaparece muy pronto bajo la influencia de los choques mutuos.

## III

### TEORÍA ACTUAL DE LA VISCOSIDAD EN LOS GASES

Si queremos darnos cuenta del estado actual de nuestros conocimientos con respecto á la viscosidad en los gases, siendo éstos aún poco satisfactorios, hemos de fundar nuestro examen en la teoría cinética.

Consideremos, pues, una masa gaseosa; si se tiene en cuenta la agitación molecular, los intercambios de materias entre dos capas vecinas se acompañan de *un transporte de cantidad de movimiento* desde la capa en que el movimiento es más rápido hacia la en que el movimiento resulta más lento. Si imaginamos una superficie de separación arbitraria entre dos porciones A y B de un flúido en estado de

agitación, la parte A recibe por cada elemento de esta superficie un exceso positivo ó negativo de cantidad de movimiento en una dirección definida. Pero aquel exceso se puede calcular directamente siempre que no se abandone el terreno estrictamente cinético; por otra parte es posible calcularlo por la consideración de las fuerzas capaces de originarlo sin intercambio de materia, conforme al lenguaje usado en hidrodinámica que prescinde toda hipótesis acerca de la esencia de los fenómenos.

Adoptado este último método, las componentes normal y tangencial de las fuerzas de viscosidad por unidad de superficie serían iguales á las correspondientes del exceso de cantidad de movimiento, que atraviesa la misma unidad de superficie durante la unidad de tiempo.

Si, al contrario, se elije el método meramente cinético, el carácter particular de las teorías moleculares consiste más bien en establecer una relación entre la viscosidad, las dimensiones de las moléculas y la agitación, ó sea la temperatura.

Consideremos, pues, á una molécula en movimiento entre las demás que supondremos inmóviles, é imaginemos un pequeño cilindro cuyo eje sea paralelo á la velocidad de la molécula considerada, su base siendo circular y el radio igual al diámetro 2R de la molécula. Prolonguemos el cilindro hasta que el centro de una molécula fija se halle dentro del mismo; la molécula móvil se puede desplazar hasta allí; pero, tan pronto como la esfera de radio 2R alcanza á la molécula fija, se verifica un choque y la molécula experimenta una desviación.

Por otra parte, es dable seguirla en su nueva dirección hasta que se verifique otro choque, y así sucesivamente. Si el camino recorrido es largo, la molécula experimentará un número de choques igual al de los centros de moléculas fijas contenidos en el canal, de eje en forma de línea quebrada, y de sección $\pi(2R)^2$, durante el mismo trayecto.

Ahora bien, si la densidad es muy pequeña, el volumen de dicho canal es sensiblemente igual al producto de su sección recta por su longitud L, ó sea $\pi L(2R)^2$, y ha de contener $N.\pi L(2R)^2$ centros de moléculas, siendo N el número de las moléculas por unidad de volumen. Resulta que:

$$n = N\pi L(2R)^2$$

representa el número de los choques experimentados por la molécula móvil durante su trayecto total L.

Si $\lambda$ designa el cociente de L por el número de choques, representará también *el trayecto libre medio* de la molécula móvil, y se tendrá:

$$\lambda = \frac{L}{N4\pi R^2 L} = \frac{1}{4\pi N R^2}. \qquad (23)$$

Sería equivalente decir que $\lambda$ es la longitud del canal que contiene un número medio de moléculas igual á uno.

Si se representa por L el camino medio, recorrido durante un segundo por la molécula móvil, ó sea la *velocidad media* $\Omega$, se tendrá el número $n$ de choques por segundo de aquella molécula con las demás fijas, y si se substituye en $N\pi L(2R)^2$ L por $\Omega$, resultará:

$$n = 4N\pi R^2 \Omega. \qquad (24)$$

Supongamos ahora que todas las moléculas están en movimiento; según los principios que rigen el cálculo de las probabilidades, se sabe que las varias cantidades anteriores habrían de ser multiplicadas por ciertos coeficientes que son, por lo general, poco diferentes de la unidad; prescindiré de ellos para simplificar.

Aprovechando la fórmula (24) se tendrá el número de los choques mutuos por segundo de todas las moléculas contenidas en la unidad de volumen, si se multiplica el segundo miembro por $\frac{N}{2}$ de modo que se tenga así sólo una vez cada choque de dos moléculas la una con la otra, ó sea:

$$n = \frac{1}{2} N^2 4\pi R^2 \Omega. \qquad (25)$$

Por otra parte, la velocidad $\Omega$ se puede calcular mediante la comparación de la ley de compresibilidad experimental con la que suministra la teoría cinética.

Según la primera ley, la presión $p$ está dada por la relación:

$$p = \frac{p_0}{\rho_0 T_0} \rho T \qquad (26)$$

y, según la otra,

$$p = \frac{1}{3} \rho \Omega^2 \qquad (27)$$

de donde:

$$\Omega^2 = \frac{3p}{\rho} = \frac{3p_0}{\rho_0 T_0} T \qquad (28)$$

$$\Omega = \sqrt{\frac{3p_0}{\rho_0 T_0} T}$$

y, si se substituyen los símbolos $p_0$, $\rho_0$, $T_0$, por sus valores núméricos:

$$\Omega = 15.800 \sqrt{\frac{T}{M}} \frac{\text{cm.}}{\text{segundo}}$$

M es la masa molecular del cuerpo, siendo la del hidrógeno igual á 2, y T la temperatura absoluta.

Veamos ahora cómo la teoría cinética nos lleva á admitir la *variabilidad aparente del diámetro molecular.*

Es sabido que, cuando apareció la teoría cinética, se consideraba al diámetro de las esferas moleculares como rigurosamente fijado por la naturaleza química, y del todo independiente del estado físico del cuerpo.

Pero, si esta hipótesis era ya muy sencilla para adaptarse al estado sólido ó al estado flúido cerca del estado crítico, resultaba aún menos admisible cuando se trataba de aplicarla á los fenómenos de difusión, que dependen únicamente del trayecto libre.

Volvamos, pues, á las acciones á distancia: el estado sólido nos revela la existencia de repulsiones muy intensas y rápidamente variables á partir de cierta distancia. Según la fuerza viva que les corresponde, dos moléculas se acercan más ó menos antes de separarse, y la distancia mínima resulta tanto más pequeña cuanto más grande la fuerza viva. Para un valor dado de ésta, el dominio impenetrable tendrá una forma y magnitud del todo definidas por la ley de repulsión, lo que permite caracterizarlo por *un solo parámetro* función de la fuerza viva: por ejemplo, por la distancia mínima en el caso del choque directo.

Si se admite que la repulsión es proporcional á $r^{-n}$, la distancia mínima resulta proporcional á $\Omega^{-\frac{4}{n-1}}$ ó bien á $T^{\frac{2}{n-1}}$, por ser el cuadrado de la velocidad proporcional á la temperatura absoluta T.

Observaré que este raciocinio, debido á Maxwell y aplicado por Meyer, no se encontró confirmado por los resultados experimentales, lo que significa que el concepto quedaba aún muy sencillo.

En efecto, un exponente $n$ no conviene sino á un intervalo relativamente pequeño de temperatura. Había, pues, de suponer la ley de repulsión más complicada y buscar la variación del exponente $n$ en función de la temperatura. Pero Sutherland, profesor en Melburna,

con una intuición muy acertada, estimó más conveniente volver á los fundamentos mismos de la teoría cinética, y, de este modo, consiguió una fórmula que responde perfectamente á los datos experimentales (1).

Al recordarse que, en la ecuación de estado, las acciones atractivas desempeñan un papel transcendental, Sutherland volvió á la hipótesis de acciones atractivas que se ejercen en un dominio extenso y de acciones repulsivas tan intensas, que se pueden representar por un choque en una esfera de diámetro constante.

Ahora bien, en su trayecto relativo, las moléculas pueden actuar de dos maneras distintas: pueden pasar á una distancia algo grande la una de la otra *sin choque*, y experimentar una desviación por atracción según una curva de pequeña curvatura, ó al contrario acercarse bastante la una á la otra para que se verifique una desviación brusca, *un choque* que se manifiesta por un ángulo en la trayectoria. En el primer caso, el intercambio de las velocidades es pequeño como también la desviación; en el segundo, el intercambio de velocidad y la desviación son grandes.

Por otra parte los dos casos están caracterizados por un valor determinado de la distancia $b$ del centro de una molécula á la asíntota de la trayectoria de la otra, siendo este valor el que corresponde al caso de dos moléculas que se encuentran como para tener un contacto tangencial la una con la otra.

Si $\Omega$ es la velocidad relativa á una distancia algo grande, se tiene, en virtud del principio de las áreas, para la velocidad á la época que corresponde á la distancia mínima igual á $2R$:

$$v = \frac{b\Omega}{2R} \tag{29}$$

y el incremento de la fuerza viva es dado por la relación

$$\frac{m\Omega^2}{2}\,\frac{b^2}{4R^2} - \frac{m\Omega^2}{2} = \frac{m\Omega^2}{2}\left(\frac{b^2}{4R^2} - 1\right). \tag{30}$$

Este incremento, por otra parte, es igual al trabajo A que se ha de efectuar para traer la molécula desde el infinito hasta la distancia fija $2R$, y se tiene:

(1) Véase la memoria de Sutherland publicada en el *Philosop. Magazine*, quinta serie, tomo XXXVI, 1898, página 507.

$$\frac{m\Omega^2}{2}\left(\frac{b^2}{4R^2} - 1\right) = A \tag{31}$$

de donde

$$b^2 = 4R^2\left(1 + \frac{A}{\frac{m\Omega^2}{2}}\right) \tag{32}$$

relación que se puede escribir

$$b^2 = 4R^2\left(1 + \frac{C}{T}\right) \tag{33}$$

si se pone

$$\frac{C}{T} = \frac{A}{\frac{m\Omega^2}{2}},$$

por ser la fuerza viva proporcional á la temperatura absoluta, resultando así C *una constante característica de la molécula.*

Encarado el problema de este modo, sólo el trabajo total A de las fuerzas de atracción ha de tenerse en cuenta cuando los trayectos libres quedan grandes respecto al dominio de atracción molecular; en cuanto á $b$, se convierte en un parámetro que define la naturaleza del encuentro de dos moléculas y puede substituir á 2R para definir un trayecto libre, ó sea, sin choque, pero con el riesgo de unas desviaciones. En estas condiciones el trayecto libre $\lambda$ se puede expresar por la relación:

$$\lambda = \frac{1}{4\pi N R^2\left(1 + \frac{C}{T}\right)} \tag{34}$$

siendo $\lambda$ tanto mayor, á densidad igual, cuanto más elevada resulte la temperatura, lo que corresponde bien al sentido de los fenómenos. Observaré, por otra parte, que el acuerdo que se manifiesta entre la fórmula (34) y las experiencias realizadas acerca de la difusión y viscosidad de los gases, es mucho mejor de lo que se podía esperar en razón de la falta de rigor del raciocinio. El profesor Langevin lo puso en evidencia en una memoria sobre la difusión de la materia (1), en que admite una ley de atracción $r^{-5}$.

(1) *Sur un théorème important de la cinétique des gaz* (Annales de Chimie Physique, 1905).

Sutherland, en varias memorias dedicadas á las leyes de atracción molecular (1), exteriorizó su preferencia á favor de una atracción proporcional á $r^{-4}$, que parece coordenar de un modo satisfactorio las tensiones superficiales.

Según un cuadro de experiencias debido al mismo sabio, si la ley de acción entre las moléculas tiene por expresión:

$$\frac{3\alpha_1^2}{r^4}$$

y la entre moléculas de otro gas

$$\frac{3\alpha_2^2}{r^4}$$

la ley de atracción entre una molécula del primero y otra del segundo resulta

$$\frac{3\alpha_1\alpha_2}{r^4}$$

pero los coeficientes $\alpha$ están ligados de un modo poco definible con la constitución química de la molécula.

Podemos ahora volver á considerar la viscosidad. Para ello, imaginemos un movimiento lento de translación del gas, y llamemos U á la velocidad de conjunto. Ésta crece proporcionalmente á la distancia $z$ normal á una superficie; tomemos uno de los elementos de esta superficie paralelo á U y consideremos los intercambios de cantidad de movimiento á través de dicho elemento normal á $z$.

Las moléculas que lo atraviesan llegan de todas las direcciones y distancias; pero, si se considera á los fenómenos medios, se puede decir que las que proceden de un mismo lado vienen de un hemisferio de radio $\lambda$, y traen todas el mismo exceso de velocidad de conjunto que traerían si hubieran experimentado el último choque en aquel hemisferio. Cada una atraviesa oblicuamente el elemento de superficie con su velocidad $\Omega$ de agitación media.

En resumidas cuentas, el promedio es lo que sería si se considerase las moléculas del gas como distribuídas en seis grupos iguales de movimientos rectangulares y opuestos dos á dos. Pero uno solo de estos grupos atraviesa normalmente el elemento de superficie y, por consiguiente, ha experimentado su último choque á la distancia normal $\lambda$.

(1) *Philosophical Magazine*, tomos XLII, XLIII, XLIV (1896-1897).

En cuanto al grupo que atraviesa al elemento desde abajo por arriba, quita á la parte inferior del gas una cantidad de movimiento que tiene por expresión:

$$\frac{1}{6} N\Omega\lambda \left(-m \frac{dU}{dz}\right) \tag{35}$$

por unidad de tiempo y de superficie. El grupo igual opuesto á ésta le trae:

$$\frac{1}{6} N\Omega\lambda m \frac{dU}{dz} \tag{36}$$

y en resumen todo se verifica como si la cantidad de movimiento

$$-\frac{1}{3} Nm\Omega\lambda \frac{dU}{dz} \tag{37}$$

fuese transportada en el sentido de las $z$ positivas por unidad de tiempo y de superficie.

Según la definición del *coeficiente de frotamiento* ó, más bien, *de deslizamiento* $\mu$, éste es igual á aquella cantidad de movimiento tomada de signo contrario y dividida por la derivada $\frac{dU}{dz}$, y se tiene:

$$\mu = \frac{1}{3} Nm\Omega\lambda \tag{38}$$

y, por ser el producto $Nm$ igual á la densidad $\rho$, resulta por último:

$$\mu = \frac{1}{3} \rho\Omega\lambda \cdot \tag{39}$$

Ya alcanzado el resultado anterior, podríamos determinar la forma general de las acciones de viscosidad mediante la aplicación á las cantidades de movimiento del teorema célebre del tetraedro y de las ecuaciones de Lamé y Cauchy.

Bastaría admitir que la variación de la velocidad de conjunto U permanece sensiblemente uniforme en una extensión suficientemente mayor que el trayecto medio $\lambda$ para una densidad dada $\rho$ del gas considerado.

El carácter general del trayecto libre en los gases consiste en variar en razón inversa del número N, ó sea de la densidad $\rho$ para un gas considerado. Ahora bien, el producto $\rho\,\lambda$ no depende sino de la temperatura, pues la ley de acción mutua de dos moléculas está defi-

nida únicamente por éstas y no depende de la presencia de las demás más lejanas. De esto resulta que *la viscosidad no puede depender sino de la temperatura, quedando independiente de la densidad.*

Según Sutherland, con una molécula esférica atractiva, se tiene para la viscosidad á una temperatura dada:

$$\mu = \frac{1}{3} \frac{m}{4\pi R_0^2} \frac{\Omega}{1 + \frac{2A}{m\Omega^2}} \tag{40}$$

$2R_0$ siendo el *diámetro real* de la molécula, y A el trabajo efectuado cuando se trae la molécula desde el infinito hasta la distancia fija 2R.

Si varía la temperatura, hay que multiplicar el segundo miembro de (40) por el factor:

$$\frac{T^{\frac{3}{2}}}{T + C} \tag{41}$$

que, por lo tanto, expresa la ley de la temperatura.

Esta ley de Sutherland ha resultado hasta ahora la única conforme con las experiencias más precisas y extensas; ha sido comprobada entre 0 y 573 grados absolutos.

El gran físico inglés aplicó también su teoría á las mezclas, y mostró cómo explica el hecho extraño, señalado por Graham y confirmado por varios experimentadores, de que la viscosidad de una mezcla de hidrógeno y anhidrido carbónico, ó, más bien, de hidrógeno y etileno, pasa por un máximo que corresponde á proporciones definidas de la mezcla.

Marcel Brillouin, en una memoria que presentó el 18 de enero de 1907 á la *Société de Physique de France,* puso de manifiesto cómo, tomando por base ciertas consideraciones sacadas de la teoría cinética, se puede determinar las dimensiones moleculares. Para ello es preciso definir en grados centígrados á la constante C que figura en el factor (41), lo que permite determinar á $2R_0$.

De este trabajo resulta que el *diámetro impenetrable* $2R_0$ varía mucho menos de un gas á otro que el *diámetro aparente* 2R. Resulta también con evidencia que $2R_0$ no depende del peso molecular. En efecto, el nitrógeno, el óxido de carbono y el etileno, que figuran en el cuadro de experiencias de Brillouin y son del mismo peso molecular 28, tienen por diámetros impenetrables $2R_0$:

| | |
|---|---|
| Nitrógeno | $244.10^{-10}$ |
| Óxido de carbono | $251.10^{-10}$ |
| Etileno | $288.10^{-10}$ |

Se ve claramente que el diámetro $2R_0$ crece con la complejidad de la molécula, pero sin que se desprenda ley muy clara al respecto.

Por otra parte, si se comparan los diámetros impenetrables del óxido de carbono ($251.10^{-10}$) y del anhidrido carbónico ($259.10^{-10}$), resulta que la diferencia entre los dos volúmenes correspondientes impenetrables es *mucho menor* que el volumen impenetrable del átomo de oxígeno.

Se deduce de esto que los volúmenes no gozan de las propiedades aditivas que los químicos tienen la tendencia de admitir por comparación y analogía con los volúmenes materiales. Están definidos por condiciones dinámicas, y no son impenetrables sino para moléculas completas y lentas. Luego se puede admitir, conforme á las experiencias de Jean Perrin, que la materia constitutiva de las moléculas está condensada en la parte central de los dominios impenetrables, siendo las acciones que se ejercen, cuando se ponen en contacto, resultantes de acciones atómicas lejanas.

## IV

### TENTATIVA DE MARCEL BRILLOUIN PARA FUNDAR UNA LEY DE ATRACCIÓN MOLECULAR

En la comunicación hecha por él á la *Société Physique de France,* de que hablé más arriba, Brillouin trató de encontrar cómo se relacionaba la ley de las acciones moleculares con la de la gravitación universal.

Esta es, en efecto, una cuestión de que no pueden prescindir los físicos y respecto á la cual los fenómenos objetos de la experiencia, hay que confesarlo, no dan en su mayor parte sino datos é informes muy confusos.

Sin embargo, es evidente que, si existe una ley universal de acción entre átomos cualesquiera aplicable á las distancias moleculares, ó isótropa al menos en cuanto á los efectos medios, la función universal $f(r)$ de la distancia no tiene por coeficiente, como la de Newton, *el*

*producto de las masas atómicas.* El factor característico de dos átomos que actúan el uno sobre el otro ha de depender de otra cosa, y por esto tenemos que buscar lógicamente si resulta de la fórmula:

$$K_1K_2$$

siendo $K_1$ y $K_2$ los coeficientes característicos de cada uno de los dos átomos.

Brillouin confiesa que esta cuestión no se puede aún resolver de un modo seguro, en vista de que son insuficientes los datos experimentales; pero trata, sin embargo, de bosquejar el procedimiento del cual se puedan valer los físicos para resolver el problema.

Para aislar los dos factores del producto $K_1K_2$, lo que equivale á tener una idea de la ley de distancia, se puede recurrir á las curvas experimentales de Graham acerca de la viscosidad ó de Obermayer respecto á la difusión. De ellas es posible sacar los valores del coeficiente $C_{12}$, ó sea del coeficiente C de Sutherland en el caso de una mezcla de dos gases diferentes, y también, del cuadro de experiencias á que me referí más arriba, es dable deducir los valores de $(R_1 + R_2)$, ó sea, de los radios aparentes de las dos moléculas de gases mezclados.

La curva que de allí se saca está referida al logaritmo de $C_{12}$, siendo $(R_1 + R_2)$ la abscisa. Ahora bien, si se escribe:

$$C_{12} = K_1K_2 f(r_{12})$$

se obtiene la relación

$$\log C_{12} = \log K_1 + \log K_2 + \log f(r_{12}) \tag{42}$$

siendo $f(r_{12})$ una función desconocida de la distancia de las dos moléculas de gases distintos.

De este modo, se tiene para definir las coordenadas de cada punto de la curva:

$$x_{12} = R_1 + R_2 \tag{43}$$

$$y_{12} = \log C_{12} = \log K_1 + K_2 + \log f(r_{12}) \tag{44}$$

no pudiendo ser aceptada la última relación sin algunas restricciones con respecto al origen de las distancias en cada caso particular.

Por otra parte, se tendrá para cada uno de los gases respectivamente:

$$y_{11} = \log C_{11} = 2 \log K_1 + \log f(r_{11}) \tag{45}$$

$$y_{22} = \log C_{22} = 2 \log K_2 + \log f(r_{22}) \quad (46)$$

y también

$$2r_{12} = r_{11} + r_{22}. \quad (47)$$

Ahora bien, podemos eliminar á los logaritmos de las K entre las relaciones (44), (45) y (46), y tendremos, después de multiplicar por 2 á la primera y restarla de la suma de las otras dos :

$$y_{11} + y_{22} - 2y_{12} = \log f(r_{11}) + \log f(r_{22}) - 2 \log f(r_{12}) \quad (48)$$

de donde

$$y_{11} + y_{22} - 2y_{12} = \log \frac{f(r_{11}) \cdot f(r_{22})}{f(r_{12})}$$

ó bien con cierta aproximación

$$\frac{y_{11} + y_{22} - 2y_{12}}{\left(\frac{r_{22} - r_{11}}{2}\right)^2} = \frac{d^2}{dr^2} \log f(r). \quad (49)$$

Si se compone el primer miembro de (49) por medio de varios pares de moléculas, hay que esperar cierta regularidad en los resultados.

Pero no resulta nada de esto y la falta de certeza en cuanto á $C_{12}$ permanece aún muy grande, pues corresponde á $\frac{1}{5}$ ó al menos á $\frac{1}{10}$ del valor, de tal modo que ni el signo del primer miembro de (49) está seguro, sobre todo si se trata de mezclas que contienen hidrógeno. Por otra parte queda también muy poco cierto el denominador, ó sea la diferencia $(r_{22} - r_{11})$.

Á pesar de estas incertidumbres, Brillouin consiguió establecer un cuadro bastante satisfactorio de los resultados, en que los valores del segundo miembro de la relación (49) varían con $r_{12}$ de un modo bastante regular, como para animar al sabio á tomar un campo más amplio para sus experiencias, pues ya no parece imposible alcanzar á una ley de acción molecular universal.

Pero, para ello, era preciso tratar de determinar los coeficientes atómicos $K_1$, $K_2$ ó al menos las relaciones de éstos con uno de ellos tomado por unidad, lo que equivalía á buscar las diferencias de sus logaritmos. Por desgracia éstas no se pueden aislar, pues se tiene :

$$y_{22} - y_{11} = 2 \log K_2 - 2 \log K_1 + \log f(r_{12}) - \log f(r_{11}) \quad (50)$$

y el cuadro de los resultados de Brillouin da á conocer la derivada segunda :

$$\frac{d^2}{dr^2} \log f(r)$$

sin suministrarnos ninguna indicación respecto á la derivada primera en un punto fijo tomado por origen, lo que significa que, en la relación de las K con una de ellas tomada por unidad, subsiste un *factor indeterminado.*

Sin embargo, con datos de mayor precisión, se podría eliminar la indeterminación si se admitiera, conforme á los principios generales de la mecánica, que la acción de una molécula es la resultante de las acciones de sus átomos ; pues, de este modo, el coeficiente K de una molécula sería la suma de los de sus átomos componentes.

En estas condiciones, Brillouin tomó por unidad el coeficiente $K_0$ del oxígeno, y pudo comprobar que los valores :

$$K_O = 1, \qquad K_N = 0{,}9, \qquad K_C = 0{,}70$$

que dan por adición

$$K_{O^2} = 2, \qquad K_{N^2} = 1{,}8, \qquad K_{NO^2} = 2{,}9, \qquad K_{CO} = 1{,}7, \qquad K_{CO^2} = 2{,}7$$

agrupan de una manera satisfactoria á todos los valores de los cocientes :

$$\frac{C_{12}}{K_1 K_2}$$

alrededor de una recta trazada por el punto O (oxígeno) en la figura aludida que está referida á la abscisa $(R_1 + R_2)$ y á la ordenada log. $C_{12}$, lo que equivale á decir que estos valores determinan cierta curva. Si la consideramos como bien definida, estamos inducidos á adoptar para el etileno cierto punto del plano que da :

$$K_{C^2H^4} = 2{,}6$$

y por diferencia

$$K_H = 0{,}3.$$

De este modo el andar de la curva ya aparece aceptable y agrupa los puntos observados de una manera bastante satisfactoria.

Por otra parte, pone de manifiesto otro carácter suficientemente cierto, pues resulta de todos los valores de las K así obtenidos la disminución del trabajo $\frac{C_{12}}{K_1 K_2}$ cuando crece la distancia.

## V

### CONSECUENCIAS DE LA HIPÓTESIS

Si se quiere resumir los resultados anteriores, se desprenden de ellos conclusiones bastante probables que inducen á Brillouin á enunciar, al menos provisoriamente, las propiedades siguientes:

1ª Existe una ley universal de atracción entre átomos á las distancias moleculares; la derivada segunda del logaritmo de la constante C de Sutherland con respecto á la distancia $r$ es muy pequeña y decreciente; por otra parte, dicha constante es igual y de signo contrario *á la energía mutua de dos moléculas* en contacto medida en grados centígrados;

2ª El coeficiente de la ley universal de atracción es igual al producto de los factores $K_1$, $K_2$ que dependen cada uno de una sola molécula;

3ª El factor K que corresponde á cada molécula es la suma de los factores debidos á cada uno de los átomos componentes;

4ª Estos factores son mucho menos diferentes el uno del otro que los pesos atómicos y no dependen de ningún modo de éstos.

Hemos de confesar, con el mismo Brillouin, que las conclusiones anteriores resultan aún muy incompletas y apenas si pueden enseñarnos el camino para nuevas investigaciones. Sin embargo, expresan resultados que sólo la medida de la viscosidad y difusión nos permite alcanzar en el estado actual de la ciencia, y por esto mismo estamos autorizados á concederles una importancia teórica excepcional. Esta importancia, al contrario, no pertenece ni mucho menos á todas las tentativas de explicación *a priori* fundadas en una ley hipotética elegida arbitrariamente de las acciones á distancia proporcionales á $r^{-3}$, $r^{-4}$, $r^{-6}$, etc., que nos dieron en estos últimos años los físicoquímicos, mediante conceptos que no resultan ni sencillos ni claros y dejan al espíritu del lector como ahogado en medio de tantos raciocinios que se entrecruzan y no son en su mayor parte sino peticiones de principio más ó menos disfrazadas.

Ahora bien, con las conclusiones que anteceden respecto á una definición provisoria de la ley universal de atracción atómica á las distancias moleculares ¿qué se puede anticipar en cuanto á las fuerzas de afinidad química?

Lógicamente hemos de admitir que estas acciones obedecen á la misma ley molecular, y tomar por base la fórmula de Sutherland que define el coeficiente de deslizamiento $\mu$ en función de la temperatura absoluta:

$$\mu = \frac{1}{3} \frac{m}{4\pi R_0^2} \frac{\Omega}{1 + \frac{2A}{m\Omega^2}} \cdot \frac{T^{\frac{3}{2}}}{T + C} \tag{51}$$

Á partir de la distancia fija $2R_0$, se puede admitir que las fuerzas químicas empiezan á actuar. Si se designa por $\psi$ el potencial químico que resulta de las acciones mutuas de las dos moléculas, se tiene por las tres componentes de la resultante de las fuerzas químicas F según los tres ejes:

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{d\psi}{dx} \\ Y &= \frac{d\psi}{dy} \\ Z &= \frac{d\psi}{dz} \end{aligned}\right\} \tag{52}$$

atribuyéndose el signo + á las acciones atractivas. Por otra parte, $F = f(r)$ ha de ser proporcional también al producto $K_1 K_2$, en que los factores $K_1$, $K_2$ son muy diferentes de las masas moleculares y también de los pesos atómicos. El potencial químico resultaría también proporcional á aquel producto, coeficiente universal de la ley de atracción á partir del dominio impenetrable.

Por otra parte, y según la definición adoptada por la mayoría de los físicoquímicos, se tiene:

$$\psi = \mathcal{A} \tag{53}$$

si $\mathcal{A}$ designa la afinidad química.

Por fin el coeficiente de Sutherland C tomado en grados centígrados es igual á la energía mutua E de dos moléculas tomada con signo contrario:

$$C = -E$$

y si designamos por $\varphi(r)$ á una función que crece cuando la distancia $r$ va disminuyendo, se tiene también:

$$F = f(r) = K_1 K_2 \, \varphi(r). \tag{54}$$

Por último conocemos la derivada segunda del logaritmo de C con respecto á $r$, ó sea :

$$- \frac{d^2}{dr^2} \log E = \frac{d^2}{dr^2} \log C \tag{55}$$

pero la derivada primera queda desconocida y por consiguiente su valor inicial.

La energía cinética de cada una de las moléculas se puede deducir de las velocidades probables de ellas en los confines del dominio impenetrable.

La cuestión que se plantea consiste en averiguar si, con todos estos datos, se podría definir el equilibrio químico de un sistema gaseoso en función de la temperatura. El problema se presenta algo difícil, pero lo que se impone primero es adoptar una definición clara y precisa de lo que se entiende por *equilibrio químico.*

La opinión de los energetistas al respecto aparece distinta de la de los mecanistas, y esto resulta del trabajo de Duhem que analicé en un artículo anterior (1). Ahora bien, faltando una definición precisa, sería imposible el problema del equilibrio.

Me parece que hemos de levantar una barrera insalvable entre el equilibrio meramente físico que se verifica cuando la resultante de las fuerzas químicas es nula, por ser éstas idénticamente nulas, y el equilibrio que corresponde al caso de la resultante de las fuerzas químicas nula, aunque éstas no son nulas, siendo además el potencial químico distinto de cero.

No quiero dar mayor extensión á este artículo, ya muy largo, y, por esto, no me propongo encarar aquí el problema más general del equilibrio químico en un sistema cuya temperatura es variable. Me contentaré con dar una indicación general, capaz sin embargo de revelarnos el sentido de los fenómenos en una forma esquemática, respecto á un sistema gaseoso isotérmico, compuesto de dos clases de moléculas diferentes que pueden formar moléculas mixtas. Admitiré, además, que cada una de las moléculas restantes puede á su vez originar la disociación cuando se verifica un choque entre una de ellas y una molécula mixta.

(1) *Las derivadas segundas con respecto al tiempo en la cinética química* (Anales de la Soc. científ. argentina, t. LXXVII, p. 165).

## VI

### EL PROBLEMA CINÉTICO DE LOS EQUILIBRIOS QUÍMICOS CONSIDERADO EN UNA FORMA ESQUEMÁTICA

Para que se verifique un equilibrio químico, es menester que las fuerzas químicas no se pongan idénticamente nulas, siendo sin embargo la resultante ó las sumas de los componentes de las fuerzas según los tres ejes iguales á cero:

$$\left.\begin{array}{l}\Sigma X = 0 \\ \Sigma Y = 0 \\ \Sigma Z = 0\end{array}\right\} \qquad (56)$$

¿Cuál es el estado del sistema desde la época en que, de las dos clases de moléculas, hay $2N_{12}$ combinadas y $(N_1 + N_2)$ restantes?

Imaginemos un sistema en que se pueda considerar hipotéticamente tres clases de acciones químicas que se manifiestan á la distancia $2R_0$ de los dominios físicamente impenetrables: 1ª las que se ejercen entre dos de las moléculas distintas $M_1$, $M_2$ que llegan á aquella distancia la una de la otra en virtud de las leyes del azar; las designaré por el símbolo $F_{12}$, pues sirven para formar las moléculas mixtas $M_{12}$; 2ª y 3ª las que se ejercen entre las moléculas restantes $M_1$, $M_2$ por una parte y las moléculas $M_{12}$ por la otra; tienden á reponer las cosas en el estado primitivo, ó sea, á reconstituir por disociación á las moléculas $M_1$, $M_2$; serán las fuerzas $F_{1,12}$ y $F_{2,12}$.

Se tendrá por la resultante de todas estas fuerzas:

$$\Sigma F = \Sigma F_{12} - \Sigma F_{1.12} - \Sigma F_{2.12} \qquad (57)$$

las direcciones de ellas quedando indiferentes porque se ejercen todas del mismo modo, tan pronto como las superficies impenetrables se ponen en contacto.

En el equilibrio químico, sólo intervienen, como ya lo observé, las fuerzas ó atracciones químicas, mientras no es así para las ecuaciones del movimiento del sistema en que todas las fuerzas se han de tener en cuenta.

Las acciones químicas son dadas por la relación:

$$F_{12} = K_1 K_2 \varphi(r) \tag{58}$$

siendo $K_1$ y $K_2$ los coeficientes moleculares definidos más arriba que convienen á las acciones entre las moléculas $M_1$ y $M_2$.

En cuanto á las que se ejercen entre las moléculas $M_{12}$ y las restantes $M_1$, $M_2$ respectivamente, se tiene:

$$F_{1,12} = K_1 K_{12} \varphi(r)$$

$$F_{2,12} = K_2 K_{12} \varphi(r)$$

Ahora bien, ¿cuál es la función $\varphi(r)$? Sea lo que sea, su forma no presenta interés en el problema actual, como vamos á verlo.

Según la fórmula (49), el número $n_{12}$ de los choques en un segundo entre las $N_1$ moléculas $M_1$ y las $N_2$ moléculas $M_2$ es por unidad de volumen:

$$n_{12} = \frac{1}{2} N_1 N_2 \, 4\pi R_0^2 V$$

y durante el instante $dt$

$$n_{12} = \frac{1}{2} N_1 N_2 \, 4\pi R_0^2 V \, dt. \tag{59}$$

Del mismo modo, el número de los choques, durante el mismo instante, entre las moléculas $M_1$ y las $N_{12}$ moléculas $M_{12}$ tiene por expresión:

$$n_{1,12} = \frac{1}{2} N_1 N_{12} \, 4\pi R_0^2 V \, dt \tag{60}$$

y por último el número de los choques entre las moléculas $M_2$ y las $M_{12}$ es igual á:

$$n_{2,12} = \frac{1}{2} N_2 N_{12} \, 4\pi R_0^2 V \, dt \tag{61}$$

siempre que se admita el diámetro invariable $2R_0$ igual en las tres clases de moléculas, lo que indudablemente no es cierto, y además que se desprecie como relativamente muy pequeño el número de los choques simultáneos de una molécula $M_{12}$ con una $M_1$ y otra $M_2$.

Observaremos ahora que, si $N$ es el número total primitivo de las moléculas, antes de toda combinación, se tiene á cada época cualquiera:

$$N = N_1 + N_2 + 2N_{12} \tag{62}$$

En estas condiciones, la ecuación del equilibrio resultará

$$\Sigma F = \Sigma (F_{12} - F_{1,12} - F_{2,12}) = 0$$

si se atribuye el signo + á las fuerzas de combinación y el signo — á las de disociación.

Pero la suma $\Sigma F_{12}$ es igual á $F_{12}$ multiplicada por el número $n_{12}$ de los choques; del mismo modo, las sumas $\Sigma F_{1,12}$, $\Sigma F_{2,12}$ se obtienen multiplicando $F_{1,12}$ y $F_{2,12}$ respectivamente por $n_{1,12}$ y $n_{2,12}$, de donde:

$$\left.\begin{aligned} \Sigma F_{12} &= \frac{1}{2} N_1 N_2 \, 4\pi R_0^2 V \, . \, K_1 K_2 \, . \, \varphi(r) \, dt \\ \Sigma F_{1,12} &= \frac{1}{2} N_1 N_{12} \, 4\pi R_0^2 V \, . \, K_1 K_{12} \, . \, \varphi(r) \, dt \\ \Sigma F_{2,12} &= \frac{1}{2} N_2 N_{12} \, 4\pi R_0^2 V \, . \, K_2 K_{12} \, . \, \varphi(r) \, dt \end{aligned}\right\} \tag{63}$$

que da para la ecuación del equilibrio :

$$2\pi R_0^2 V \varphi(r) \left[K_1 K_2 N_1 N_2 - K_1 K_{12} N_1 N_{12} - K_2 K_{12} N_2 N_{12}\right] dt = 0 \tag{64}$$

Si las varias fuerzas químicas fueran poco diferentes en cuanto á la intensidad, lo que no es cierto, se podría escribir:

$$N_1 N_2 - N_1 N_{12} - N_2 N_{12} = 0 \tag{65}$$

lo que equivaldría á considerar los coeficientes $K_1$, $K_2$, $K_{12}$ como muy poco diferentes de la unidad.

Es indudable que esta hipótesis viene en contra de los mismos fundamentos de la teoría; sin embargo, podemos admitirla, siempre que no busquemos sino una indicación general respecto al sentido de los fenómenos, una explicación simplificada y *esquemática* del equilibrio.

De la relación (65) se deduce sucesivamente:

$$N_1 N_2 = N_1 N_{12} + N_2 N_{12}$$

$$N_1 N_2 = N_{12} (N_1 + N_2)$$

y de (62)

$$N_1 + N_2 = N - 2N_{12} \tag{66}$$

y substituyendo en la anterior

$$N_1 N_2 = N N_{12} - 2N_{12}^2$$

de donde

$$2N_{12}^2 - NN_{12} + N_1N_2 = 0 \qquad (67)$$

y resulta por último (1)

$$N_{12} = \frac{N \pm \sqrt{N^2 - 8N_1N_2}}{4}. \qquad (68)$$

Se ve que si se tiene

$$N^2 > 8N_1N_2$$

hay dos soluciones que corresponden cada una á un equilibrio para una temperatura dada.

Cuando el producto de los números de las moléculas restantes es igual á $\frac{N^2}{8}$, no hay sino un equilibrio solo posible.

Si aquel producto se pone mayor que la misma cantidad, no se puede verificar ningún equilibrio.

(1) Se podría tomar, como aplicación de esta definición esquemática del equilibrio químico, el ejemplo clásico del óxido de carbono, oxígeno, y anhidrido carbónico, formando una mezcla gaseosa en condiciones constantes de presión y temperatura dada. En este caso hay que considerar tres clases de acciones químicas que se ejercen todas a la distancia $2R_O$ diámetro de los dominios físicamente impenetrables :

1ª Las que se ejercen entre las moléculas $M_O$ y $M_{CO}$, que las leyes del azar traen á aquella distancia la una de la otra ; son las acciones $F_{O, CO}$ que sirven para formar las moléculas $M_{CO^2}$ ;

2ª Las que se ejercen entre las moléculas restantes $M_O$ y las moléculas $M_{CO^2}$ ; son las acciones $F_{O, CO^2}$ que tienden á formar las moléculas $M_{O^2}$ y á reconstituir las $M_{CO}$ ;

3ª Las que actúan entre dos átomos de oxígeno para formar una molécula $M_{O^2}$.

Resulta que, mientras se desarrollan las actividades químicas, existen cuatro clases de moléculas :

$$M_O, \quad M_{CO}, \quad M_{CO^2}, \quad M_{O^2}$$

cuyos números son respectivamente :

$$N_O, \quad N_{CO}, \quad N_{CO^2}, \quad N_{O^2},$$

siendo N el número total de las moléculas primitivas, de modo que se tiene al principio

$$N = N_O + N_{CO}.$$

A cada época se tiene también

$$N = N_O + N_{CO} + 2N_{CO^2} + N_{O^2}.$$

Ahora bien, si se designa por $F_{O, CO}$, $F_{O, CO^2}$, $F_{O, O}$ á las acciones químicas que

Este esquema muy compendiado del fenómeno nos enseña que, al principio, ó sea cuando el producto de los números de moléculas restantes es mayor que $\frac{N^2}{8}$, no puede verificarse ningún equilibrio.

Cuando el mismo producto disminuye hasta ponerse igual á aquel valor, hay un equilibrio bien determinado.

Por último, desde que $N_1N_2$ queda más pequeño que $\frac{N^2}{8}$, dos equilibrios son posibles y corresponden á las dos condiciones:

$$\left.\begin{aligned} N_{12} &= \frac{1}{4}\left(N + \sqrt{N^2 - 8N_1N_2}\right) \\ N_{12} &= \frac{1}{4}\left(N - \sqrt{N^2 - 8N_1N_2}\right) \end{aligned}\right\} \qquad (69)$$

De las consideraciones anteriores que, si pueden dar una indicación respecto al sentido de los fenómenos, distan mucho de facilitar-

se ejercen entre O y $C_O$, O y $C_{O^2}$ y entre dos átomos de oxígeno respectivamente, se tendrá por expresión del equilibrio

$$\Sigma F = \Sigma\,(F_{O,\,CO} + F_{O,\,O} - F_O C_{O^2}) = 0$$

ó bien

$$2\pi R_0^2 V\,\varphi(r)\,[K_O K_{CO}\,N_O N_{CO} + K_O K_O\,N_{O^2} - K_O K_{CO^2}\,N_O N_{CO^2}] = 0$$

y si las fuerzas químicas se suponen poco diferentes las unas de las otras, lo que equivale á hacer todos los coeficientes K poco distintos de la unidad, se tiene

$$N_O N_{CO} + N_{O^2} - N_O N_{CO^2} = 0$$

de donde:

$$N_{O^2} = \frac{N - N_O - N_{CO} - 2N_{CO^2}}{2}$$

$$N_O N_{CO} + \frac{N - N_O - N_{CO} - 2N_{CO^2}}{2} - N_O N_{CO^2} = 0$$

$$2N_O N_{CO} + N - N_O - N_{CO} - 2N_{CO^2} - 2N_O N_{CO^2} = 0$$

$$N_{CO^2} = \frac{N + 2N_O N_{CO} - N_O - N_{CO}}{2(N_O + 1)} = \frac{N - N_{CO} + N_O\,(2N_{CO} - 1}{2(N_O + 1)}$$

Se ve que, en este caso, no habría sino un solo equilibrio posible, y la forma de la expresión del número de moléculas de anhidrido carbónico formadas pone en evidencia que esta posición es oscilante, pues basta, para que la condición no se cumpla, una molécula $M_{CO}$ ó $M_O$ en exceso ó en defecto.

nos una representación exacta de los mismos, se desprende una consecuencia de primera importancia. En efecto, resulta que el equilibrio químico no puede ser sino *aparente* desde el punto de vista mecánico, pues, en ninguna época, los números $N_1 N_2$ y $N_{12}$ serán exactamente los que satisfacen á las condiciones de equilibrio. Habrá siempre unas moléculas en exceso ó defecto respecto al número requerido para las combinadas ó las disociadas, lo que significa que el sistema oscilará muy poco alrededor de su posición real de equilibrio sin alcanzarla nunca. En resumen, las fuerzas químicas no se equilibran en el sentido mecánico, sino cuando se ponen idénticamente nulas, lo que corresponde *al estado de reposo químico* y no al equilibrio químico definido por la mayor parte de los autores.

Ahora bien, de la misma consecuencia se deduce que no podemos aplicar al equilibrio químico el teorema de los trabajos virtuales.

En efecto, en esta vibración perpetua del sistema alrededor de una posición de equilibrio aparente, no se puede decir que el trabajo *es nulo* en un desplazamiento virtual del mismo sistema; pues en la realidad la resultante total de las fuerzas químicas nunca es nula, y los desplazamientos infinitamente pequeños del sistema alrededor de su posición de equilibrio aparente resultan perfectamente reales, como también el trabajo resultante de las fuerzas en los mismos desplazamientos.

CAMILO MEYER.

# INTERPRETACIÓN DE LAS REACCIONES

QUE PUEDEN PRODUCIRSE

# ENTRE LOS CLORUROS DE ORO, PLATINO Y FIERRO

Y EL GERMEN LATENTE FOTOGRÁFICO RESIDUAL

---

Teniendo en cuenta ciertas propiedades y analogías que presentan estos cloruros, habíamos supuesto que sus acciones serían también análogas. Sin embargo, hemos visto ya que el comportamiento de éstos es bien diferente (1).

El estudio de estas reacciones constituye el objeto de esta memoria, para cuya mayor claridad trataremos de hacerlo en orden sucesivo.

## ACCIÓN DEL CLORURO DE ORO

En la memoria anteriormente citada se vió que una solución de cloruro de oro, al uno por mil, podía desarrollar una placa al gelatino bromuro, si ésta había sido previamente impresionada. Como nuestro fin es estudiar la composición del germen latente residual, hemos tratado de provocar este mismo desarrollo con la solución de oro en placas impresionadas que hubieren experimentado luego el proceso ordinario de fijación : en tales condiciones no se obtuvo la más mínima cantidad de oro reducido sobre la imagen latente residual. En cambio, procediendo al desarrollo con placas tratadas por el método recomendado por Lumière y Seyewetz (2) ha sido posible obtener imágenes completas y como si las placas no hubieren experimentado proceso de fijaje alguno.

(1) *Anales de la Sociedad científica argentina*, tomo LXXVI, página 65 y siguientes.

(2) *Comptes-Rendus, Academie des sciences*, 1911, tomo 133, página 102.

Del resumen hecho de las diversas teorías formuladas para indagar la naturaleza de la imagen latente, fluye que aquellas que admiten una modificación física del halogenuro argéntico impresionado, al no poder explicar la formación del germen latente residual, quedan desde luego, á nuestro juicio, descartadas. Ahora bien, para las teorías químicas, como, por ejemplo, las del perbromuro y oxihaloide, el desarrollo al cloruro de oro se presenta como una objeción muy seria, pues no es posible explicar una reducción de la sal áurica por la acción de compuestos oxidantes.

La existencia de un perbromuro en una placa al gelatino bromuro y la de un percloruro en el caso de una placa al gelatino cloruro, impedirían el desarrollo al oro, pues este metal, al estado salino, no puede reducirse en presencia de clorurantes. Quedan, por consecuencia, en pie las teorías basadas en la formación de ciertos compuestos subhalogenados ó en la reducción de éstos hasta engendrar plata metálica.

Estas últimas presentan, por lo pronto, la ventaja de explicar satisfactoriamente el desarrollo por medio del cloruro de oro. Se sabe que algunos autores admiten que la acción directa de la luz sobre el cloruro de plata produce un compuesto menos halogenado, insoluble en el hiposulfito de sodio y en el ácido nítrico diluído; pero las observaciones de Davanne y Girard, quienes, por análisis cuidadosos, establecieron que no se forman derivados subhalogenados, sino plata metálica, y que constataron además que la imagen fijada se disuelve totalmente en ácido nítrico al 1/3, hasta los recientes trabajos de Weisz, Reinders, Lumière, Seyewetz, Bancrof, etc., que insensiblemente vienen á confirmar los primeros resultados, llevan á la conclusión de que la plata producida por la acción de la luz sobre el cloruro de plata se encuentra al estado de precipitado muy dividido, metálico ó coloidal, y disuelto en la gelatina ó formando compuestos ó soluciones sólidas con el cloruro no alterado.

No obstante, los partidarios de la teoría del subhaloide no admiten la posibilidad de que la acción luminosa, cuando actúa en mínimo grado, pueda reducir el halogenuro sensible hasta engendrar plata metálica. No desconocen que la teoría de la plata naciente tiene un gran valor, cuando se quiere interpretar el desarrollo físico. Estos mismos suponen que, por la acción del fijador, el subhalogenuro se disocia, engendrando plata metálica que permanece en la cubierta gelatinosa, y el correspondiente halogenuro que se disuelve.

En consecuencia, los gérmenes activos, así denominados por Chanoz, no pueden estar constituídos por un subhalogenuro, desde que

las subsales de plata son descompuestas por los disolventes de sus halogenuros normales de la siguiente manera:

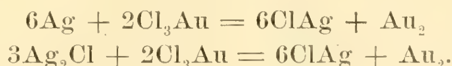


$$2BrAg_2 + 3S_2O_3Na_2 = 2S_2O_3Na_2 . S_2O_3Ag_2 + 2BrNa + Ag_2.$$

Llegamos, pues, del estudio de las teorías más importantes emitidas acerca de la naturaleza y constitución de la imagen latente, á deducir *que el germen activo residual viene á estar constituído en última síntesis por plata metálica común ó afectando alguno de sus numerosos estados alotrópicos ó el estado coloidal.*

He ahí el por qué de la importancia que hemos dado al estudio en particular *de la acción de ciertos agentes químicos sobre la imagen latente residual.*

Dado el gran número de prosélitos con que cuenta la teoría del subhaloide y los valiosos hechos y argumentos que la apoyan, vamos á considerar entonces que la imagen latente esté constituída por plata ó una subsal de este mismo metal. Se tendría por lo tanto, para el caso del cloruro de oro de igual manera explicado, el desarrollo con las siguientes reacciones:



$$6Ag + 2Cl_3Au = 6ClAg + Au_2$$
$$3Ag_2Cl + 2Cl_3Au = 6ClAg + Au_2.$$

Pero, como el desarrollo al oro *se efectúa con la misma intensidad en las placas fijadas ó no,* se deduce entonces que el germen latente *no debe experimentar alteración sensible alguna en su composición química.* Esto nos indica que la diferencia que creen encontrar los partidarios de la teoría del subhaloide entre los constituyentes normales de la imagen latente antes y después del fijado, no tiene razón de ser.

En efecto, el hiposulfito de sodio en solución concentrada, si bien ejerce una notable acción destructora sobre la imagen latente, esta acción es, en cambio, anulada por completo cuando dicha sal es empleada en soluciones diluídas. Por lo tanto, no puede, pues, considerarse debida á una diferencia de acción química, si se supone que la modificación producida por la luz es limitada á una pequeñísima cantidad de halogenuro presente, y que por más pequeña que fuere la concentración del baño fijador usado, siempre éste se hallaría en una proporción infinitamente mayor.

Aceptando que la plata naciente (metálica) sea el constituyente normal de la imagen latente, no podría tampoco explicarse la mencionada acción. Empero, si se admitiera la existencia de este metal al estado coloidal, entonces podría explicarse esta diferencia de acción en forma

completamente satisfactoria. Recordemos el hecho bastante interesante de ser este metal, cuando se halla al estado coloidal, influenciado por soluciones concentradas de hiposulfito de sodio, siendo en cambio poco sensible á las soluciones muy diluídas de dicha sal.

Se sabe, por otra parte, que cuando se quiere virar al oro una copia positiva, se recurre á papeles denominados á impresión directa, es decir, que producen imágenes á base de plata metálica engendrada por la luz y que se diferencian por lo tanto con aquellas que contienen plata reducida por los reveladores fotográficos (1). Contribuye este hecho también á evidenciar que la imagen residual no puede estar constituída por plata metálica común.

Recientemente, estudiando la acción del cloruro de oro sobre diversos compuestos de platal, y en particular, sobre una solución coloidal de este metal, hemos observado una curiosa descomposición : el cloruro de oro actúa sobre la plata coloidal engendrando por reducción cloruro de plata y oro que no precipita (2). Haciendo actuar el cloruro de oro sobre plata metálica, el oro se precipita sobre esta lámina, produciendo al mismo tiempo cloruro de plata. Si se añade amoníaco, el cloruro de plata entonces se disuelve y queda el oro en forma de un precipitado negro pulverulento.

Á nuestro juicio, con éste y todos los hechos estudiados estamos ahora en condiciones de poder interpretar en forma clara y concisa el proceso íntimo del desarrollo físico al cloruro de oro.

Admitiendo la naturaleza coloidal del germen activo residual, pueden explicarse las propiedades atractivas que se observan durante el proceso ordinario de revelación física. Además encuentra un solidísimo apoyo en las interesantes investigaciones de Zsigmondy (3) sobre gérmenes amicroscópicos. Este autor denomina así á las partículas coloidales más pequeñas aun que las que son visibles al ultramicroscopio. Y ha podido probar que estas partículas tienen la propiedad de provocar el depósito casi instantáneo del oro contenido en una solución reductora y de un modo análogo como lo

(1) Por tal razón cuando se quiere virar una copia al gelatino bromuro, es necesario tratar antes la copia por un clorurante y luego exponerla fuertemente á la luz. Es en estas condiciones que se hace factible el viraje al oro.

(2) Luis Guglialmelli, *Acción de la plata coloidal sobre el cloruro de oro y platino : nuevo método de obtención de oro coloidal. Anales de la Sociedad Científica Argentina*, tomo LXXV, páginas 41 y siguientes, 1913.

(3) *Zeits. physik. chim.*, tomo 56, página 65 ; *Bulletin de la Société chimique française*, 1908, página 1031.

hacen los gérmenes cristalinos en las soluciones sobre saturadas. Es por esta causa que las partículas amicroscópicas pasan á ultramicroscópicas y luego á microscópicas. Esos gérmenes tienen también la curiosa propiedad de precipitar sobre ellos la plata de una solución de nitrato de plata y un reductor cualquiera, haciéndolo de un modo más rápido que si ellos no existieran (1). Como vemos, son acciones moleculares que guardan semejanzas muy grandes con las que se observan durante el proceso de revelación, las cuales se caracterizan, como hemos visto, por fenómenos atractivos enérgicos. Estas experiencias nos inducen lógicamente á pensar que durante el proceso ordinario de revelación física se producen fenómenos atractivos análogos, que dan por resultado la precipitación de la plata, disuelta en el revelador *sobre los gérmenes de plata coloidal que han resistido al ataque del hiposulfito.*

Podemos hacer notar que en este caso sucede algo análogo al pasaje observado por Zsigmondy de los gérmenes amicroscópicos de oro á partículas coloidales ultramicroscópicas, y, por último, éstas á gránulos microscópicos. En el caso presente el desarrollo físico con sal de plata soluble y un reductor se haría hasta simple vista, es decir, pasando el estado microscópico. En el caso del desarrollo con la solución de cloruro de oro la plata coloidal actuaría:

1° Como un reductor, engendrando oro coloidal y el germen latente pasaría al estado de cloruro de plata inactivo;

2° Las partículas de oro formadas, amicroscópicas ó ultramicroscópicas, aumentarían de diámetro por sucesivas precipitaciones de oro, hasta hacerse visible directamente (2).

Esta última observación de Zsigmondy también ha sido constatada por la experiencia. Placas de la misma emulsión, impresionadas y fijadas por el método preconizado por Lumière y Seyewetz, han sido tratadas por la solución de cloruro de oro durante un tiempo máximo, es decir, insuficiente para engendrar la imagen; dos ó tres horas. En estas condiciones el germen residual de plata coloidal sería reemplazado por oro. *Las placas así tratadas son fácilmente desarrolladas con el revelador físico á base de sal de plata.*

Aquí también las partículas coloidales de oro, amicroscópicas ó ul-

(1) *Zeits. phisik. chim.*, tomo 56, página 65; *Bulletin de la Société chimique française*, 1908, página 1031 (Zsigmondy).

(2) La gelatina actuando como reductor puede continuar la reducción de la sal de oro.

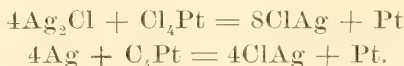
tramicroscópicas, desempeñan el mismo papel asignado por Zsigmondy. Efectivamente, están dotadas de la propiedad de precipitar plata de su solución salina, si ésta se halla en presencia de un reductor.

Es notable observar que las imágenes obtenidas por simple desarrollo al cloruro de oro, presentan un aspecto dicroico; por transparencia ofrecen un color verde característico y amarillo rojizo por reflección. Pero, más notable aún es que el oro que forma parte de la imagen, es bien distinto del precipitado producido accidentalmente en los bordes ó en las diversas partes de la placa. En este último caso se caracteriza por su bella ó intensa coloración azul violácea, la cual nos indica la presencia del oro metálico, precipitado probablemente por una reducción provocada por la gelatina.

### ACCIÓN DEL TETRACLORURO DE PLATINO

Operando en condiciones análogas, con solución de cloruro de platino al uno por mil, no ha sido posible obtener imagen visible alguna en placas impresionadas, fijadas previamente ó tratadas por el método Lumière y Seyewetz ya descripto.

En condiciones normales el tetracloruro de platino actúa sobre la plata metálica como simple clorurante. La acción de esta sal sobre el germen latente, si se considera á éste formado por un subhalogenuro ó plata metálica, sería



$$4Ag_2Cl + Cl_4Pt = 8ClAg + Pt$$
$$4Ag + C_4Pt = 4ClAg + Pt.$$

Como la teoría del subhaloide queda reducida á la de la plata naciente, cuando se hace preceder el proceso de fijación al de desarrollo, en realidad sólo la segunda ecuación debe ser tomada en cuenta. Ahora bien, si esta reacción se produce, la acción del tetracloruro de platino estaría representada en la placa gráficamente, desde que dicho compuesto es reducido del mismo modo y con igual facilidad que el cloruro de oro. Esto, como hemos visto, no sucede así; por lo tanto hay diferencia bien apreciable en la acción de estos cloruros.

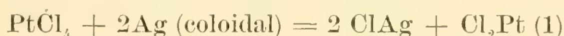
Para verificar si con la plata metálica común se comportan las soluciones de los percloruros de oro y de platino análogamente, hemos realizado las siguientes experiencias.

Láminas de plata pura fueron sumergidas durante 24 horas en soluciones al uno por mil de estos dos compuestos. Estas soluciones se

descoloran completamente, y las láminas tratadas por el amoníaco abandonan sólo una cierta cantidad del cloruro de plata producido. Pero, si una vez bien lavadas, son tratadas por el ácido nítrico convenientemente diluído, de manera que separe la capa de oro ó platino, formadas y adheridas á la lámina argéntica que ha experimentado el tratamiento previo al amoníaco, se obtiene en ambos casos precipitados negros metálicos muy divididos de oro y platino respectivamente.

En suma, el oro y el platino, reducidos de sus soluciones salinas por el germen latente residual, vendrían á reemplazar á las supuestas partículas metálicas de plata que forman dicho germen, pero en este estado no pueden desempeñar ya el papel de aquéllas, desde que carecen de las propiedades fuertemente reductoras de éstas. Por consiguiente, en ningún momento es factible la obtención de una imagen al oro ó al platino por simples desarrollos, si el germen en realidad estuviera formado por plata metálica común (plata naciente). En cambio, si la plata que forma el germen latente residual afecta el estado coloidal, entonces se tendría una explicación racional de las diferencias observadas en la acción de los cloruros mencionados.

Ahora bien (y este punto posee grande importancia para la teoría coloidal), hemos constatado que la acción de estos cloruros es idéntica cuando se hace actuar sobre la plata metálica, y bien distinta, si esta última se encuentra al estado coloidal. El cloruro de oro, por ejemplo, se reduce en presencia de la plata coloidal á oro coloidal de color azul índigo violáceo. Con el tetracloruro de platino, el resultado es muy diferente. La reducción en este caso no llega á ser completa : se forma con el cloruro de plata una sal platinosa.



$$PtCl_4 + 2Ag\ (\text{coloidal}) = 2\ ClAg + Cl_2Pt\ (1)$$

Admitiendo, pues, al germen residual constituído por plata coloidal en el caso del cloruro de oro, se tendría :



$$Cl_3Au + 3Ag\ (\text{coloidal}) = 3ClAg + Au\ (\text{coloidal}).$$

Ya hemos visto cómo es factible el desarrollo físico cuando interviene el cloruro de oro. La explicación de este hecho, según nosotros, estriba en lo siguiente.

El oro coloidal formado á su vez actuaría como un verdadero ger-

(1) La sal platinosa permanece en solución, debido á una combinación química ó de *adsorción* con el ClAg formado, probablemente un cloroplatinito de plata coloidal $PtCl_4Ag_2$.

men y precipitaría sobre él la plata de sus sales solubles, cuando se halla en presencia de un reductor, y aun el mismo oro de sus combinaciones halogenada, y de manera análoga á lo observado por Zsigmondy con los gérmenes amicroscópicos.

Fácil es advertir que lo mismo no puede efectuarse con la sal platínica, pues el cloruro de plata y el cloruro platinoso así engendrados son incapaces de actuar ulteriormente. Siendo inactivos estos nuevos gérmenes se explica el por qué de la necesidad de impresionar de nuevo y fuertemente á la luz, si se quiere desarrollar físicamente las placas de este modo tratadas. Es necesario, como vemos, producir nuevos gérmenes revelables, pues el cloruro de plata así engendrado es reducido *incontinenti* por el agente luminoso en sus compuestos primitivos



$$2ClAg = Cl_2 + 2Ag.$$

Merced á esta interpretación, todos los inconvenientes que se presentaban antes en la explicación de estas reacciones desaparecen por completo. Justo es reconocer entonces que esta manera de ver puede representar la verdadera explicación de los hechos que se observan.

### ACCIÓN DEL CLORURO FÉRRICO

Idénticamente al tetracloruro de platino no ha sido posible producir tampoco con la sal férica una imagen visible. Es conveniente observar que la acción del cloruro férrico es de por sí muy distinta á la de los cloruros de oro y platino ensayados. En ningún caso esta sal puede reducirse, por ejemplo, al estado metálico. Por otra parte, el cloruro férrico se caracteriza por su notable poder oxidante. Sin embargo, en este caso, la acción de este percloruro puede considerarse del todo semejante á la del tetracloruro de platino, pues en rigor la diferencia encontrada se debe probablemente á lo siguiente: habíamos observado que cuando se procedía al desarrollo físico de la placa impresionada, fijada y que había sido sometida á la acción del cloruro férrico, el desarrollo se efectuaba de igual manera en la obscuridad como en presencia de la luz. En cambio, esta influencia se hacía sentir notablemente en las placas tratadas por el tetracloruro de platino.

Este hecho queda también explicado, á nuestro juicio, en una forma completamente satisfactoria: el cloruro férrico es reducido por la plata metálica ó coloidal á sal mínima, y por consecuencia, el germen latente residual queda del mismo modo convertido en cloruro de plata inactivo



$$Cl_3Fe + Ag = Cl_2Fe + ClAg$$

Como se engendra al mismo tiempo cloruro ferroso, éste, sin duda, es el que actúa luego como fuerte reductor, produciendo en contacto con el revelador físico una cantidad equivalente de plata metálica reducida, ó sean nuevos gérmenes revelables

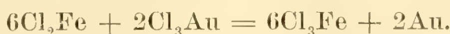


$$6FeCl_2 + 6AgNO_3 = 2Fe_2Cl_6 + 2Fe_2(NO_3)_6 + 6Ag.$$

De ahí que estas placas puedan indiferentemente ser desarrolladas en la obscuridad ó en presencia de la luz.

La alteración química supuesta en el germen latente residual después del tratamiento con la sal férrica puede también explicar en forma satisfactoria su inactividad con relación al cloruro de oro. En efecto, de los resultados negativos obtenidos con el fin de desarrollar placas que, habiendo sido sometidas al proceso de impresión, fijación, etc., arriba indicado, y luego durante 24 horas en la solución de cloruro férrico, no han podido ser desarrolladas con el baño de cloruro de oro, se deduce, que la sal férrica, que se forma en presencia del halogenuro de oro, impide la reducción ulterior de esta sal.

Y si se tiene en cuenta que la sal ferrosa es incapaz de engendrar *oro coloidal,* como lo sería la placa metálica ó el sulfuro, si se supone al germen latente formado por esta última modificación (1), la reacción más probable puede ser representada por la bien conocida reducción de la sal de oro por una sal ferrosa



$$6Cl_2Fe + 2Cl_3Au = 6Cl_3Fe + 2Au.$$

Ocioso sería advertir, expuestas las precedentes observaciones, que la interpretación más correcta de esta última reacción, es la que á continuación se detalla : el oro metálico en presencia del cloruro férrico se halla, á nuestro modo de ver, incapacitado para seguir precipitando, con la sola ayuda de la gelatina (que actuaría como reductor), partículas de oro reducido de sus soluciones salinas sobre sí mismo.

LUIS GUGLIALMELLI.

(1) El sulfuro de plata puede suponerse engendrado por una sulfuración provocada por el hiposulfito de sodio, que en solución concentrada ha estado en contacto con los constituyentes de la imagen latente.

# NERNST

## SU OBRA CIENTÍFICA (1)

---

Señores :

Como sabéis ya, las autoridades de la Universidad nacional de La Plata, realizando un acto digno de encomio, ha llamado á nuestro país al eminente hombre de ciencia y maestro doctor Walter Nernst, para que en una serie de conferencias nos ilustrara con su sabiduría sobre tema elegidos de electroquímica y termodinámica.

Las dos sociedades Científica y Química, queriendo incorporarse á esta iniciativa, han decidido realizar este acto en su honor y la comisión mixta me ha honrado con su designación para que presente á mis distinguidos consocios de ambas instituciones una síntesis de los principales puntos de su obra.

No oculto las dificultades que implica una tarea de este género, pues la obra de este gran investigador, á la vez amplia y profunda, recorre desde un extremo hasta el otro la físicoquímica, esta ciencia joven, llena de vida y de promesas, la termodinámica y la electroquímica como rama especial de la primera, y comprende desde los hechos más prácticos, como el descubrimiento de la lámpara que lleva su nombre y de la microbalanza de cuarzo, hasta las especulaciones más elevadas como las que se refieren al concepto de entropía y á la naturaleza de los movimientos atómicos.

Pero si bien es cierto que la dificultad de la tarea me ha de llevar

(1) Conferencia leída ante los miembros de la Sociedad científica argentina y Sociedad química argentina el día 9 de mayo, con motivo de la recepción realizada en homenaje al profesor de la universidad de Berlín, doctor W. Nernst.

á una exposición que sin duda alguna encerrará deficiencias, me anima, sin embargo, el hecho de que dicha síntesis ha de prestar alguna utilidad á mis consocios y ha de constituir un lazo de unión más entre nosotros y el digno maestro, cuyo simpático recuerdo hemos de evocar en más de una ocasión.

Cuando apenas tenía 24 años se doctoró en Filosofía, especialidad física, presentando como trabajo de tesis el estudio de un fenómeno descubierto por él y Boltzmann, haciendo actuar el campo magnético sobre placas metálicas, en las cuales se trataba de determinar la convexión calorífica. Sus primeros profesores fueron los célebres físicos Boltzmann y Kohlrausch.

En ese mismo año, como asistente en el laboratorio del gran químico alemán Guillermo Ostwald en la universidad de Leipzig, emitió la teoría de la difusión, el principio de la repartición en los disolventes (base de su método de determinación de los pesos moleculares) y la verificación experimental de la ley de Faraday, utilizando cantidades de electricidad que apenas llegaban á 5 millonésimos de Coulomb (año 1889). Un año antes había ideado con Loeb un aparato, con el cual pudo llevar á cabo determinaciones de la velocidad de migración de los iones relacionadas con la teoría de Hittdorf.

En 1889 fué nombrado profesor libre en la universidad de Leipzig y dos años después profesor de Físicoquímica en Göttingen. Cuando sentó las bases de su nuevo teorema termodinámico, fué llamado por la universidad de Yale (Estados Unidos), donde desarrolló en 10 lecciones (1) las aplicaciones teóricas y experimentales de la Termodinámica á la Química, publicadas en 1907 bajo los auspicios de la fundación Silliman. Actualmente es profesor titular de Físicoquímica en la universidad de Berlín y director del instituto correspondiente, donde tiene una legión de cuarenta alumnos (2) que él orienta especialmente á las investigaciones termodinámicas y electroquímicas. Como un justo homenaje recordaré en este momento al profesor Emilio Bose, uno de sus más aventajados discípulos, cuya pérdida lamentaremos siempre y que ha llevado á tan alto grado de perfección al Instituto de física de la universidad de La

(1) De octubre á noviembre de 1906.

(2) Es satisfactorio hacer constar que entre éstos existen cuatro aventajados alumnos argentinos, dos del doctorado en Física de la universidad de La Plata y dos del doctorado en Química de la universidad de Buenos Aires.

Plata, hoy bajo la inteligente dirección del profesor doctor R. Gans.

El profesor Nernst hace tiempo forma parte de la Sociedad Real de Londres y de la Academia de ciencias de Prusia y en estos momentos puede ser considerado como la personalidad científica más culminante de Alemania.

En lo que sigue de esta exposición iremos relatando los principios, teorías y trabajos experimentales que integran el vasto conjunto de su fecunda carrera científica y los métodos de investigación usados para tal objeto.

## ELECTROQUÍMICA

Más ó menos en la misma época en que sometió á una verificación experimental la ley de Faraday, usando cargas extremadamente débiles, introdujo el importante concepto de *tensión de disolución electrolítica.* Según este concepto, que sirve de base á su *teoría osmótica de las pilas,* los iones de la solución reciben electricidad positiva del metal que se disuelve, quedando éste con carga negativa : en la superficie de contacto se forma una capa doble eléctrica y se establece una diferencia de potencial. La tensión de disolucion del metal tiende á llevar iones positivos á la solución, lo cual sucede hasta el *equilibrio,* que se produce cuando la tensión electrostática del estrato doble se opone á aquella fuerza. Interpretando los tres casos en que la *tensión de disolución* es mayor, igual, ó menor que la presión osmótica del elemento metálico en la solución, Nernst da cuenta, de un modo que encanta por su sencillez y en sus más mínimos detalles, del desarrollo de la fuerza electromotriz y del sentido de la corriente de una pila, como la de Daniel, cuyo mecanismo aparecía en aquella época rodeado del más profundo misterio.

También ideó un método puramente físicoquímico para calcular la *fuerza electromōtriz* de un elemento (1889), fundado en que la *energía eléctrica,* considerada como el producto de un factor de intensidad y un factor de capacidad, tiene por equivalente la *energía osmótica* que da lugar á un trabajo máximo cuando se pasa isotérmicamente de la presión osmótica $p_1$ á la $p_2$ y por lo tanto se tiene la cantidad de trabajo correspondiente al movimiento de los iones, que puede transformarse en energía eléctrica. Basándose en este principio, pudo hallar la fuerza electromotriz de los elementos por la presión osmótica de los electrolitos alrededor de los electrodos y también el poten-

cial entre el metal y la solución constituída por una de sus sales.

Conjuntamente con su colega Planck, el célebre físico alemán, actual rector de la universidad de Berlín, aplicó las leyes de la mecánica al importante problema del desplazamiento de los iones sometidos simultáneamente á la acción de una fuerza eléctrica y de la presión osmótica y llegó á una ecuación fundamental que liga el *coeficiente de difusión* con la carga eléctrica, el potencial del sistema y la presión osmótica. Una de las consecuencias importantes que podemos señalar aquí, es que, considerando esta cuestión como un problema de la dinámica de los flúidos, Nernst y Planck hallaron por otra vía la ley de Kohlrausch-Arrhenius, y vinieron á demostrar, por consiguiente, que esta ley puede considerarse como un caso particular de la conductibilidad de un electrolito complejo.

Nernst no tardó en sacar provecho de los estudios de la *difusión* y formuló en esa misma época la primera teoría del *elemento líquido,* basada en la desigual distribución de los iones, debida á su *diferente velocidad de difusión.* Él y sus alumnos verificaron con elementos preparados á propósito los resultados del cálculo deducido de la fórmula alcanzada, llegando á una concordancia grande con la experiencia (se trataba del electrolito correspondiente al metal en contacto). El método se aplica también á las pilas químicas, como la de Daniel, y á las baterías gaseosas.

Experimentalmente se había probado que la presencia de un electrolito disminuye la solubilidad de otro electrolito con catión común. En este caso, como en otros, Nernst fué el primero en resolver el problema de un modo cuantitativo, fundándose en el principio de las masas. Partiendo de la idea de que el producto de las masas activas es constante é igual al cuadrado de la *solubilidad* de la sal sin adición de substancia extraña, llegó á una ecuación que permite calcular la *solubilidad* de un electrolito en presencia de otros con un ión común, conociendo su solubilidad en agua pura, la cantidad de sal añadida y el *grado de disociación* de la substancia original y de la substancia añadida. Salvo raras excepciones, la experiencia ha verificado este resultado teórico en un gran número de casos. Mediante dicha fórmula es posible medir también la *disociación* conociendo la *solubilidad.* Este método originó una larga discusión que vino á evidenciar su concordancia con los resultados de la conductibilidad eléctrica y del descenso crioscópico y á demostrar el campo fecundo que abría la ecuación de Nernst.

La introducción del concepto de reversibilidad á la electroquími-

ca ha motivado un adelanto bien manifiesto en lo que se refiere á los fenómenos de *polarización galvánica* y de electrolisis. Nernst considera la polarización galvánica como un caso particular de la ley del desplazamiento del equilibrio (1) y por lo tanto del principio más general de la acción y reacción, y formula una teoría de este proceso, que puede considerarse como una consecuencia de las ecuaciones alcanzadas por él en 1889 á propósito de la teoría de las *pilas de concentración.* Aquí como en otros casos análogos, las aplicaciones sacadas del principio de las masas aventajan á las que pueden hacerse partiendo de las ecuaciones fundamentales de la Termodinámica clásica.

Por otra parte, Le Blanc ha demostrado que las ideas y las fórmulas que Nernst ha introducido en el estudio de la corriente galvánica se aplican también al fenómeno inverso de *electrolisis.* Como una consecuencia de esta idea directriz puede considerarse la teoría *osmótica de la electrolisis* (de Le Blanc), que ha dado lugar á importantes aplicaciones, entre las cuales podemos señalar la *separación electrolítica* de diferentes metales por el empleo de tensiones distintas.

Dejemos para más adelante las aplicaciones del teorema termodinámico á la electroquímica y pasemos á exponer sus investigaciones en el terreno de la físicoquímica propiamente dicha: la mecánica-química y la estequimetría.

## MECÁNICA QUÍMICA

Se puede decir que desde los comienzos de su carrera científica Nernst se propuso como problema fundamental introducir los principios de la Termodinámica á la electroquímica y especialmente á los equilibrios que estudia la mecánica química.

En la deducción de la ecuación de las *reacciones isócoras* parte de la ecuación fundamental de la termodinámica clásica que resume los dos principios y llega á una expresión, de la cual se obtiene el trabajo máximo de un *fenómeno químico*, conociendo la constante de

(1) Él formula así la proposición: Si se electroliza un sistema químico mantenido á temperatura constante, la reacción es tal que tiende á producir una corriente en sentido inverso al de la que la engendró.

afinidad. Integrando esta ecuación, Nernst resuelve, como veremos, el problema del cálculo de la afinidad á partir de los datos térmicos. En su clásico tratado de química teórica Nernst pone en evidencia que en el caso de procesos rápidos la ley de la acción de las masas puede considerarse como un postulado riguroso de la Termodinámica. También en dicha obra hace ver que *si se conoce la constante de equilibrio K para una fase única y los coeficientes de repartición de las moléculas que actúan con respecto á otra fase cualquiera se puede determinar el estado de equilibrio en esta fase.* Esta proposición de Nernst tiene importancia práctica porque permite prever la facultad de reacción en disolventes diversos (ó en gases) por medio de los *coeficientes de repartición.*

Estudiando las condiciones del equilibrio en las soluciones diluídas, pudo hallar una expresión general que traduce la *influencia de la presión* y que concuerda con la hallada por Planck. Esta fórmula adquiere mayor significado cuando se trata de averiguar la influencia de aquel factor sobre el coeficiente de repartición que se establece entre el disolvente comprimido y el mismo no comprimido; en este caso por su proposición relativa á las fases se puede deducir la manera de actuar de la presión sobre el equilibrio.

Por otra parte Nernst y Tasmann (1892) demostraron experimentalmente, que á una presión determinada tiene lugar la reversibilidad de la reacción de los ácidos sobre ciertos metales con depósito metálico, por la acción desplazante del hidrógeno. En esta transformación reversible, Van t'Hoff fundó un método aproximado y sencillo para dar una medida mecánica de la afinidad (fuerza impulsiva del sistema).

Admite como muy probable la *naturaleza cinética* del equilibrio químico y físico, idea que se halla de acuerdo con la teoría cinética molecular. Según esta hipótesis, la transformación material no ha cesado en la región del equilibrio, y Nernst en su obra clásica nos hace ver por un simple cálculo que en la eterificación ella alcanza á 0.00064 moles en un día y á la temperatura ordinaria. Este concepto adquiere cada vez más valor en la cinética química, debido á que esta rama es la que ha proporcionado las confirmaciones más sorprendentes de las concepciones cinéticas.

Partiendo de las ecuaciones del movimiento de un punto material sometido á un gran frotamiento, llega á expresar la velocidad de reacción por el cociente de la fuerza química y la resistencia química, ó sea, á una expresión análoga á la de la ley de Ohm. La fuerza

química podrá ser calculada en cada instante por la variación de la energía libre, pero sobre la resistencia química no poseemos datos de ninguna clase, y sólo se supone que ella llega á su máximum en el cero absoluto. Sin embargo, Nernst nos da esperanza al emitir la idea de que el problema del cálculo de la velocidad de reacción en unidades absolutas podrá ser resuelto de un modo análogo al empleado por él en la velocidad de difusión de los electrolitos, ó en el desplazamiento de los iones en un disolvente.

Estas ideas de Nernst llegan en un momento significativo de la evolución de la mecánica química, que se caracteriza por la idea de introducir, en las ecuaciones fundamentales que expresan las leyes de velocidad de reacción, términos relativos á la difusión, viscosidad, tensión superficial y otros factores que intervienen en el complicado proceso, sobre todo en los sistemas microheterogéneos y reacciones lentas.

La introducción del concepto mecánico de velocidad expresado por la derivada primera en el estudio de las transformaciones químicas, ha sido de una fecundidad extraordinaria, tanto en el terreno de la experiencia como en el de las altas especulaciones teóricas. No puedo menos que recordar aquí las reflexiones que Nernst hizo al respecto cuando en 1908, en la Sociedad química de Berlín, le tocó el honor de trazar el cuadro de la evolución de la Físicoquímica en los últimos cuarenta años. Cuenta el distinguido físicoquímico que, al ver la primera ecuación diferencial introducida por Willelmy en un trabajo de química, experimentó una intensa emoción, algo así como si una fulgurante luz hubiese invadido su espíritu haciéndole vislumbrar el significado transcendental que ese modesto símbolo tenía para el desarrollo futuro de la cinética química. Actualmente el número de investigaciones en este sentido es grande; y sería de desear que, en más de una ocasión, él y los demás cultores de la físicoquímica pudieran contemplar con la misma emoción la aparición de otros conceptos y símbolos no menos importantes, fundados en las analogías mecánicas.

El estudio de los sistemas heterogéneos de gran importancia para las leyes de las transformaciones electroquímicas ha constituído una de las más grandes preocupaciones de los físicoquímicos modernos.

Es conveniente conocer la variación de las resistencias pasivas de una transformación en presencia de uno ó varios electrodos. Estos últimos pueden considerarse compuestos de tres fases: *la fase metálica; la fase de transición,* en la cual los fenómenos de equilibrio son regidos por acciones de tensión superficial y que parece poseer pro-

piedades catalíticas; y la fase constituída por el *electrolito.* La transformación electroquímica primaria tiene lugar en la fase de transición, y los productos de la electrolisis (gases ó sólidos) *se difunden* para formar la solución. En este supuesto la *velocidad de reacción* (medida por la intensidad) depende de las velocidades de migración de los iones y de difusión de los productos. Permaneciendo constante y homogénea la solución (por agitación), la constitución del electrolito y la velocidad de reacción sólo dependen de la *velocidad de difusión* de la *fase de transición* á la fase homogénea del electrolito. Cuando hay reacciones secundarias, ellas son regidas por las leyes de la absorción, si se producen en la primera de dichas fases, y por las leyes ordinarias, si tiene lugar en el seno del electrolito.

La fórmula de Nernst-Planck puede tomar la forma particular que corresponde á la *velocidad de disolución.* Los productos de la electrolisis, al difundirse, siguen la ley expresada por esta fórmula. Con el objeto de interpretar los complicados fenómenos electroquímicos, Nernst se dispuso á estudiar la difusión, y después llegó á expresar la velocidad de reacción en sistemas heterogéneos, que ha sido verificada experimentalmente por Brunner. El adelanto grande realizado desde 1904 en esta parte de la cinética química se debe á esta teoría y sobre todo á la idea importante que él introdujo, al suponer que en dicho proceso intervienen factores mecánicos capaces de modificar la leyes comunes.

Esto tuvo también repercusión en los estudios de la velocidad de cristalización. En esa época él perfeccionó la teoría de la cristalización de Noyes y Wittney introduciendo el coeficiente de difusión.

Este encadenamiento maravilloso de ideas y teorías que correlacionan los fenómenos al parecer más diversos, se ve á cada rato en la fecunda obra de Nernst; y gran parte de esta fecundidad se debe al espíritu teórico elevado, que es una de las características de su personalidad científica. Estudiando los fenómenos con minuciosidad, él busca y encuentra inmediatamente analogías profundas donde otro investigador sólo hallaría diferencias irreductibles.

## ESTEQUIOMETRÍA

El estudio teórico y experimental de las soluciones fué otra de las grandes preocupaciones de Nernst.

Los trabajos por él realizados sobre solubilidad, difusión, despla-

zamiento iónico, constante dieléctrica y repartición de un cuerpo disuelto entre dos disolventes, constituye un conjunto homogéneo de gran importancia para la *teoría de las soluciones*.

Como recordaremos, la extensión de la ley del estado gaseoso á las soluciones, hecha de un modo magistral por Van t'Hoff, ha sido verificada en general para el caso de las concentraciones medias. Las excepciones observadas en las *soluciones diluídas* han contribuído al desarrollo de la teoría de la disociación electrolítica, y las de las *soluciones concentradas* han dado lugar á trabajos de Planck, Van der Waals y Bredig desde el punto de vista cinético, y de Helhmholz y Nernst desde el punto de vista termodinámico. Sobre este punto Nernst ha desarrollado una teoría que, como todas las suyas, ha sido fecunda, pues ha tenido la virtud de provocar un sinnúmero de trabajos de verificación, de resultados concordantes con las previsiones de sus fórmulas.

El concepto de tensión de disolución por él introducido pudo aplicarse con provecho á la *teoría de las curvas de solubilidad*.

Una de sus investigaciones de mayor transcendencia en este campo fué la que dió origen á su ya célebre *teoría de la difusión* (desarrollada en 1888 en la universidad de Leipzig). Partiendo de la analogía entre la difusión de los gases y la difusión de las substancias disueltas, determinó primeramente la relación entre la velocidad del transporte material á través de la unidad de sección, la variación de la presión osmótica y la resistencia que oponen las moléculas del disolvente al movimiento de las moléculas del cuerpo disuelto. Después, reemplazando la presión osmótica por la concentración y teniendo en cuenta la variación de dicha presión con la temperatura, llegó á una ecuación final que permite calcular en valores absolutos la *velocidad de difusión* y la *resistencia* opuesta al movimiento en el seno del disolvente.

Gracias á esta ingeniosa teoría se tuvo por primera vez el medio de calcular la fuerza necesaria para transportar, por ejemplo, una molécula gramo de sacarosa á través del agua con una velocidad relativa de un centímetro por segundo. Esta fuerza alcanza á la enorme cifra de 6700 millones de kilos, lo que muestra las acciones gigantescas desarrolladas en silencio en ese mundo de lo infinitamente pequeño, que la mayor parte de las veces miramos con indiferencia. Parece, además, que esta resistencia, debida probablemente al enorme aumento de superficie durante el proceso de divisibilidad, crece con el peso molecular.

Estudiando la vaporización, Nernst (1891) dedujo que á una temperatura dada hay, para cada especie de molécula, una relación de repartición constante entre el espacio gaseoso y el disolvente, y esta relación es independiente de la presencia de otras especies de moléculas, sean éstas activas ó no. Además, cuando se produce la evaporación simultánea del disolvente y del cuerpo disuelto, resulta que las tensiones parciales de las diversas especies de moléculas disueltas en el espacio gaseoso son proporcionales á sus concentraciones en la solución (siempre que no se produzcan cambios en el estado molecular). Esto ha sido verificado experimentalmente por el mismo Nernst con resultados satisfactorios; y aplicando, en el caso de pesos moleculares anormales, la fórmula de la isoterma de disociación, se puede determinar de este modo el *grado de asociación* de un líquido polimerizable.

La *repartición de una substancia disuelta entre dos disolventes* (coeficiente de repartición) está regida por la ley de Berthelot, modificada por Nernst, según la cual el coeficiente de repartición de una substancia entre dos fases es constante para cualquier concentración, siempre que el grandor molecular sea igual en ambas. Este físico hizo incapié en la variación de dicho coeficiente cuando el cuerpo no tiene el mismo grado de polimerización en los dos disolventes.

Este principio importante fué aplicado por él á la determinación indirecta de la presión osmótica de los *pesos moleculares* y de los *equilibrios químicos* en las soluciones. En esta última aplicación no nos detenemos, porque ya en otro lugar hemos señalado la proposición que con ella se relaciona.

*Las propiedades coligativas de las soluciones, de los gases y de los cuerpos sólidos* han experimentado un notable adelanto gracias á su intervención. Nernst se ocupó de membranas semipermeables y efectuó con sus alumnos numerosas determinaciones de pesos moleculares, basadas en su principio de repartición en los disolventes y en una ingeniosa adaptación del método de Meyer para temperaturas que podrán pasar de 2000°. Con Abegg (1899) introdujo ciertas modificaciones y reglas prácticas á fin de hacer más exacto el método crioscópico (correcciones relativas á la agitación y enfriamiento).

En el año 1894 ideó un método para determinar la *constante dieléctrica*, especialmente de los líquidos y soluciones; y en esa misma época, casi al mismo tiempo que Thompson, basándose en la hipótesis de la naturaleza eléctrica de la ligazón de los átomos en la molécula, supuso que los *disolventes de mayor constante dieléctrica tendrían el*

*poder disociante más elevado,* previsión que ha sido confirmada por la experiencia. Con estos últimos estudios Nernst hizo avanzar un paso más á la hipótesis de los iones, de la cual él es un entusiasta defensor.

El descubrimiento de la *lámpara Nernst,* que llamó la atención del mundo científico, ha tenido como punto de partida los estudios que este investigador había realizado sobre *conductibilidad eléctrica de las mezclas sólidas.* Se trataba de obtener una lámpara incandescente más económica que la de filamento de Edison y hasta esa época habían fracasado las principales tentativas. Mientras esto sucedía Nernst en su laboratorio, donde estudiaba la conductibilidad eléctrica de las soluciones y sales fundidas, tuvo la idea de ensayar con mezclas de óxidos en tierras raras, como el de zirconio é itrio, y llegó al resultado importante de que *una mezcla de 80 por ciento de óxido de zirconio y 20 por ciento de óxido de itrio en caliente conduce fácilmente la electricidad,* provocando el desarrollo de calor suficiente como para llevarlos á la incandescencia, cuando se le hace actuar una corriente de tensión algo elevada; en tanto que, en iguales condiciones, dichos óxidos *por separado* oponen una gran resistencia al paso de la corriente. Es decir, que todo sucedía como si en aquella mezcla ó solución sólida se produjera una verdadera disociación electrolítica.

Estas investigaciones de laboratorio guiaron á Nernst en la construcción de los bastoncillos de su lámpara que presentó á la exposición universal de 1900. La lámpara así construída bajo una tensión de 120 volts sólo consumía alrededor de 1,5 watts por bujía, en tanto que la lámpara incandescente de Edison del comercio gastaba de 3 á 3,5 watts por bujía y perdía una gran cantidad de energía eléctrica por radiación calorífica. Esta irradiación no se produce en la de Nernst, porque el filamento por él ideado opone mucho menos resistencia al pasaje de la corriente.

Una de las cosas que más satisface en este descubrimiento, que tuvo gran significado para la industria de la iluminación eléctrica, es el elevado espíritu científico que lo inspiró.

H. DAMIANOVICH.

*(Continuará.)*

# ÍNDICE GENERAL

DE LAS

# MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO SEPTUAGÉSIMOSÉPTIMO

## BIBLIOGRAFÍA





# PUBLICACIONES RECIBIDAS EN CANGE

## EXTRANJERAS

### Alemania

Zeftschrift der Gesellschaf fur Erdkunde, Berlin. — Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der preussischen Rhinalande-Westfalens, etc., Bonn. — Abhandlungen herausgegeben von Naturwissenschaftlichen Verein, Bremen. — Deutsche Geographische Clätter, Bremen. -- Abh. der Kaiserl. Leop. Barol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Halle. — Nachrichten von der Konigl Gesellschaft der Wissenschaften, Gottingen. — Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Dresden. — Naturforschenden Gesellschaft, Leipzig. — Mitheilungen aus dem Naturhistorischen Museum, Hamburg. — Berichte uber die Verhandlungen der Koniglich Sachsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Leipzig. — Mittheilungen der geographischen Gesellschaft, Hamburg. — Berichte der Naturforschenden Gesellschaft, Freiburg. — Jahres Berfchte des Naturwissenschaftlichen, Elberield. — Mathematisch Naturwissenschaftlichen Mitheilungen, Stuttgart. — Schriften der Phisikalisch. — Okonomischen gesellschaft, Königsberg.

### Australia

Records of the geological Survey, Sydney.

### Austria-Hungría

Verhandlungen des naturforschen des Vereines, Brünn. — (Agram) Societe Archeologiches « Croate », Zagreb. — Annalen des K. K. Naturhistorischen of Museums, Viena. — Verhandlungen der K. K. Zoologisch Botanischen gesellschaft, Wien. — Sitzungsberichte des deutschen naturwissenchaftlich Medicinischen Vereines fur-Bohmen, « Lotos » Praga. — Jarhbuch des Ungarischen Kapathen Vereines, Iglo.

### Bélgica

Acad. Royale des Sciences, des Letres et des Beaux Arts, Bruxelles. — Ann. de la Soc. Entomologique, Bruxelles. — Ann. de la Soc. Royale Malacologique, Bruxelles. — Bull. de l'Assoc. des Ing. Electriciens Institute Montefiore. — Liège.

### Brasil

Boletim da Sociedade de Geographia, Rio Janeiro. — Bol. do Museo Paraense, Pará. — Rev. do Centro de Sciencias, Letras e Artes, Campinas. — Rev. da Federacao de Estudiantes Brasileiros, Rio Janeiro. — Bol. da Agricultura, S. Paulo. — Rev. de Sciencias, Industria, Politica é Artes, Rio Janeiro. — Rev. do Museo Paulista, S. Paulo. — Bol. da Comissao Geográphica é Geologica do Estado de Minas Geraes, San Joao del Rei. — Comissao Geográphica é Geologica, San Paulo. — Bol. do Observ. Metereológico, Rio Janeiro. — Bol. do Inst. Geographico é Etnographico, Rio Janeiro. — Escola de Minas, Ouro Preto.

### Colombia

An. de Ingenieria. Soc. Colombiana de Ingenieros, Bogotá.

### Costarica

Oficina de Depósito y Cange de Publicaciones, San José. — An. del Museo Nacional San José. — An. del Inst. Físico Geográfico Nacional. — San José.

### Cuba

Universidad de la Habana, Cuba.

### Chile

Rev. de la Soc. Médica, Santiago. — El Pensamiento Latino, Santiago. — Verhandlungen des Deutschen Wissenschaftlichen Vereines, Santiago. — Actas de la Soc. Científica de Chile, Santiago. — Rev. Chilena de Hijiene, Santiago. — Ofic. Hidrográfica de la Marina de Chile, Valparaíso. — Rev. Chilena de Historia Natural, Valparaíso.

### Ecuador

Rev. de la Soc. Jurídico-Literaria, Quito. — An. de la Universidad Central del Ecuador, Quito.

## España

Bol. de la Soc. Geográfica, Madrid. — Bol. de la R. Acad. de Ciencias, Barcelona. — R. Acad. de Ciencias, Madrid. — Rev. de la Unión Ibero-Americana, Madrid. — Rev. de Obras Públicas, Madrid. — Rev. Tecnológica Industrial, Barcelona. — Rev. Industria é invénciones, Barcelona. — Rev. Arqnitectura y Construcciones, Barcelona. — Rev. Minera Metarlúrgica y de Ingeniería, Madrid. — La Fotografía, Madrid.

## Estados Unidos

Bull. of the Scientific Laboratoires of Denison University, Granville, Ohio. — Bull. of the Exxex Institute, Salem Mas. — Bull. Philosophical Society, Washington. — Bull. of the Lloid Library of Botany, Pharmarcy and Materia Medica, Cincinati, Ohio. — Bull. of University of Montana, Missoula, Montana. — Bull. of the Minesota Academy of Natural Sciences, Minesota. — Bull. of the New York Botanical Garden, New York. — Bull. of the U. S. Geological and geographical Survey of the territoires, Washington. — Bull. of the Wisconsin Natural History Society Milwankee, Wis. — Bull. of the University, Kansas. — Bull. of the American Geographical Society, New York. — Jonrnal of the New Jersey Natural History, New Jersery, Trenton. — Journal of the Military Service Institution. of the U. States. — Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society, Chapel Hill. Nord-Carolina. — « La América Cientifica », New York. — Librarian Augustana College, RockIslad, New York. — Memoirs of the National Academy of Sciences, Washington. — M. Zoological Garden, New York. — Proceeding of the Engineers Club, Filadelfia. — Proceeding of the Boston Society of Natural History, Boston. — Ann. Report Missouri Botanical Garden, San Luis M. O. — Ann. Report of the Board of trustes of the Public Museum, Milwankee. — Association of Engineering Society, San Louis, Mas. — Ann. Report of the Bureau of Ethnology, Washington. — American Museum of Natural History, New York. — Bull. of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge-Mas. — Bull. of the American Mathematical Society, New York. — Trasaction of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, Madison Wis. — Trasaction of the Academ. of Sciences, San Louis. — Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, New Haven. — Transactions Kansas Academy of Sciences, Topekas, Kansas. — The Engineering Magazine, New York. — Sixtenth Annual Report of the Agricultural Experiment Station, Nebraska. — The Library American Association for the Advancement of Sciences. Care of the University, Cincinati Ohio. — N. Y. Vassar Brothers Institutes, Ponghtepsie. — Secretary Board of Commisioners Second Geological Survey of Pensylvania, Philadelphia. — The Engineering and Mining Journal, New York. — Smithsonians Institution, Washington. — U. S. Geological Survey, Washington. — The Museum of the Brooklin Institute of Arts and Sciences. — The Ohio Mechanics Institute, Cincinati — University of California Publications, Berkeley. — Proceeding of Enginneer Society of Western, Pensylvania. — Proceeding of the Davemport Academy, Jowa. — Proceeding and transaction of the Association, Meride, Conn. — Proceeding of the Portland Society of Natural History, Portlad, Maine. — Proceeding American Society Engineers, New York. — Proceeding of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia. Proceeding of the American Philosophical Society, Philadelphia. — Proceeding of the Indiana Academy of Sciences, Indianopolis. — Proceeding of the California Academy of Science, — San Francisco. — The University of Colorado. « Studies ». Colorado.

## Filipinas

Bol. del Observ. Meteorológico. — Manila

## Francia

Bull. de la Soc. Linnennée du Nord de la France, Amiéns. — Bull. de la Soc. d'Etudes Scientfiques, Angers. — Bull de la Soc. des Ingénieurs Civils de France, Paris. — Bull. de L'Université, Toulouse. — Ann. de la Faculté des Sciences, Marseille. — Bull. de la Soc. de Géographie Commerciale, Paris. — Bull. de la Acád. des Sciences et Lettres, Montpelier. — Bull. de la Soc. de Topographie de France, Paris. — Rev. Générale des Sciences, Paris. — Bull. de la Soc. de Géographie, Marseille. — Recueil de Médecine Vétérinaire, Alfort. — Travaux Scientifiques de l'Université, Rennes. — Bull. de la Soc. de Géographie Commerciale, Bordeaux. — Bull. de la Soc. des Sciences Naturelles et Mathematiques, Cherbourg. — Ann. des Mines, Paris. — Min. de l'Instruction Public et des Beaux Arts, Paris. — La Feuille des Jeunes Naturalistes, Paris. — Rev. Géographique Internationale, Paris. — Ann. de la Soc. Linnéenne, Lyon. — Bull. de la Soc. de Géographie Commerciale, Havre. — Bull. de la Soc. d'Étude des Sciences Naturelles, Reims.

## Holanda

Acad. R. des Sciences, Amsterdam. — Nederlandche Entomolog. Verseg, Rotterdam.

## Inglaterra

The Geological Society, London. — Minutes of Proceeding of the Institution of Civil Engineers, London. — Institution of Civil Engineers of Ireland, Dublin. — The Mineralogical Magazine Prof. W. J. Lewis M. A F. C. S. the New Museums, Cambridge. — The Geographical Journal, London. — Bristish Association for the Advancement of Science, Glasgow. — The Guaterly Journal of the Geological Society, London.

*(Concluirá en el próximo número).*

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA

# ARGENTINA

---

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

---

TOMO LXXVIII

Segundo semestre de 1914

---



BUENOS AIRES

IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS

684 — CALLE PERÚ — 684

1914

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA

# ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

JULIO-AGOSTO 1914. — ENTREGAS I-II. — TOMO LXXVIII

## ÍNDICE



BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS
684 — CALLE PERÚ — 684

1914

---

## ADVERTENCIA

Los colaboradores de los *Anales*, que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos deben solicitarlo por escrito a la Dirección, la que le dará el tramite reglamentario. Por mayor número de ejemplares deberán entenderse con los editores señores Coni hermanos.

Tienen, además, derecho a la corrección de dos pruebas.

Los manuscritos, correspondencia, etc., deben enviarse a la Dirección **Cevallos, 269**.

*Cada colaborador es personalmente responsable de la tesis que sustenta en sus escritos.*

**La Dirección.**

---

## PUNTOS Y PRECIOS DE SUBSCRIPCIÓN

**Local de la Sociedad, Cevallos 269, y principales librerías**

| | Pesos moneda nacional |
|---|---|
| Por mes | 1.00 |
| Por año | 12.00 |
| Número atrasado | 2.00 |
| — para los socios | 1.00 |

LA SUBSCRIPCIÓN SE PAGA ADELANTADA

**El local social permanece abierto de 3 á 7 y de 8 á 12 pasado meridiano**

QUELQUES NOTES

POUR SERVIR DE

# COMPLÉMENT AU RECUEIL DE Mr. L. HAUMAN-MERCK

SUR « LES PARASITES VÉGÉTAUX DES PLANTES CULTIVÉES EN ARGENTINE ET DANS LES REGIONS LIMITROPHES » (1)

---

M. Hauman-Merck vient de publier un fort intéressant travail d'ensemble sur les parasites végétaux qui attaquent les plantes cultivées de l'Amérique méridionale et principalement celles de l'Argentine.

Les recueils de ce genre sont loin d'être faciles à faire, quand on est le premier à les accomplir, ce qui fait dire à son auteur que sa liste de 175 numéros est bien incomplète encore.

Mais tout incomplète qu'elle soit, cette publication est digne de tout éloge, car le seul fait de passer en revue le monument bibliographique du docteur Spegazzini, est déjà une tâche pour laquelle il faut s'armer de la patience d'un bénédictin, j'en sais quelque chose.

Le but de ces notes n'est pas la critique à l'œuvre de mon ancien professeur de phytopathologie, loin de là, j'ai voulu seulement ajouter ici les quelques omissions, très compréhensibles, du reste, dans tout premier essai, que j'ai notées dans son travail.

J'espère que d'autres contributions suivront à celle-ci, pour que d'ici peu la flore mycologique des plantes utiles soit de mieux en mieux connue.

Je commencerai par indiquer les parasites qu'on a signalés pour l'Argentine et regions limitrophes et ceux que j'ai observés moi-même. Ni les premiers ni les seconds ne sont cités dans la dite publication.

J'ai remarqué aussi que plusieurs champignons cités par Spegaz-

(1) Extrait des *Anales del Museo de historia natural de Buenos Aires*, tome XXVI, pages 163-225. Août, 1914.

zini sur des plantes cultivées, n'ont pas été pris en considération par M. Hauman-Merck.

Je les signale ici en indiquant seulement ceux que l'auteur a trouvés sur des organes vivants des plantes hôtes.

1. *Bacillus sacchari* Speg.

D'après son auteur (1) ce bacille produirait la maladie appelée « Polvillo de la caña de azúcar ». Selon Chavanne, ce serait la larve de *l'Euxesta chavannei* Brèthes, qui lui servirait de porte d'entrée (2).

2. *Bacillus vitivorus* Bac.

Signalé en 1910 dans les vignobles de la province de Mendoza (3).

L'auteur de cette étude a isolé ce bacille, qui, comme on le sait, produit la « gommose bacillaire » des français ou le « mal nero » des italiens.

D'après les observations faites dans plusieurs départements il croit que la maladie, sauf quelques exceptions, ne cause pas de sérieux dégâts.

3. *Bacterium tumefaciens* Smith et Townsend.

La « Crown gall » des auteurs anglais et des américains du nord, produite par cette schizomycète (pour Masse elle est dûe au *Dendrophagus globosus* Toum.) et si bien étudiée par Erwing Smith, Townsend et Hedgcock, est assez répandue en Argentine, mais à ce qu'il paraît, les dommages causés ne sont pas jusqu'à présent très graves.

J'ai reçu des arbres fruitiers provenant des provinces de Mendoza et San Juan où les galles étaient assez developpées.

Au mois de juin 1913, j'ai examiné quelques pêchers atteints de cette maladie et qu'on m'apporta du « Viñedo Franklin » (Escobar, prov. de Buenos Aires).

On m'a dernièrement envoyé de Paraná (prov. de Corrientes) des racines de vigne qui portaient les galles caractéristiques de la «crown gall».

D'autre part, j'ai eu l'occasion d'examiner plus d'une fois, des rosiers présentant des hypertrophies plus grandes que le poing. (Dans des jardins des environs de la ville de Buénos-Ayres.)

(1) C. Spegazzini, *Hongos de la caña de azúcar* in Rev. de la Fac. de Agr. y Vet., II, número 19, La Plata, 1896.

(2) J. Brèthes, *Une nouvelle espèce d'Ulidinae du Tucumán* in Bull. Soc. Ent. de France, numéro 2, 1914.

(3) J. Alazraqui, *Nuevos accidentes patológicos en los viñedos de Mendoza,* in *La viticultura argentina,* tome I, numéro 1 et 2, pages 16-26 et 136-143. 1910.

4. *Stemonitis herbatica* Peck.

Sur feuilles vivantes de *Cucumis melo* cultivé à La Plata en 1910. (Spegazzini, *Myc. Arg.*, IV, 206.)

5. *Oidium begoniae* Putt.

Observé par Maublanc (1) sur *Begonia sp.* cultivée au sud du Brésil.

6. *Oidium erysiphoides* Fr.

Sur *Phaseolus vulgaris* et *Pisum sativum,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

7. *Oidium leucoconium* Dsm.

Cette forme de *Sphaerotheca pannosa* a été observée sur *Rosa centifolia* dans l'Argentine et au sud du Brésil; au Chili sur *Persica vulgaris.* (Spegazzini, *Fungi Arg. novi v. critici,* 784; *Fungi aliquot paulistani,* 132; *Fungi chilenses,* 293; *Fungi Arg.,* 168.)

8. *Oidium Rochaei* Putt.

Sur *Myrciaria jaboticaba,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

9. *Fumagines.*

L'auteur cite dix espèces différentes de plantes qu'il a observée avec des *Fumagines.*

J'en ajoute ici deux autres, *Nerium oleander* et *Citrus aurantium,* que j'ai maintes fois vues, en absence de cochenilles et pucerons, avec les feuilles totalement couvertes de *noir.*

10. *Auerswaldia? palmicola* Speg.

Sur *Coccus australis* et *C. yatay,* au Paraguay. (Spegazzini, *Fungi guaranitici,* 114.)

11. *Phyllachora mucosa* Speg.

Sur feuilles vivantes de *Coccus australis,* au Paraguay. (Spegazzini, *Fungi guaranitici,* 106.)

12. *Phyllachora tipae* Speg.

Sur feuilles de *Tipuana speciosa* à Salta (Rép. Arg.). (Spegazzini, *Myc. Arg.,* IV, 712.)

13. *Leptosphaeria sacchari* Speg.

Sur *Saccharum officinarum,* à Tucumán (Spegazzini, loc. cit.) et au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

(1) André Maublanc, *Rapport sur les maladies observées au laboratoire de phytopathologie du Musée national de Rio de Janeiro,* in *Bulletin mensuel de renseignements agricoles et des maladies des plantes,* IV, numéro 6, pages 876-79. Rome, 1913.

14. *Scolecopeltis tropicalis* Speg.

Sur l'épicarpe et les feuilles vivantes de *Citrus aurantium*. (Spegazzini, *Fungi Puiggariani*, 369.)

15. *Physalospora latitans* Sacc.

Sur *Eucalyptus rostrata*, au Brésil. Cause des dégâts sur les feuilles et les branches (1).

16. *Didymella glumicola* Speg.

Sur glumelles presque mûres de *Oryza sativa*, à São Paulo (Brésil). (Spegazzini, *Fungi aliquot paulistani*, 52.)

17. *Sphaerella tabifica* Prill. et Delcr.

J'ai reçu l'année dernière du Rio Negro (Rép. Arg.) une plante de *Beta vulgaris*, qui avait tous le caractères extérieures de la maladie causée par ce champignon. Cependant je ne puis rien dire de certain, car je n'ai pu observer aucun mycelium, l'exemplaire étant arrivé très sec et en mauvais état de conservation. En chambre humide rien ne s'est developpé.

18. *Sphaerella caricae* Maubl.

Sur *Carica papaya* très fréquemment au sud du Brésil (Maublanc, loc. cit.). D'après son auteur ce serait la forme parfaite de *Asperisporium caricae* (2).

19. *Sphaerella coffeae* Noak.

Sur *Coffea sp.* cultivée au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

20. *Sphaerella maculiformis* (Pers.) Auersw.

Sur châtaigners, au Brésil (3).

21. *Sphaerella molleriana* Thüm.

Observée au Brésil par Averna Saccá sur feuilles d'*Eucalyptus ficifolia* (*Boletim de agricultura*, nº 8, 1911).

22. *Sphaerella theobromae* Fab.

Sur *Theobroma cacao* cultivé au Brésil. (Averna Saccá, loc. cit.)

23. *Puccinia coronata* Cda.

Sur *Avena sp.* en Argentine et au Chili.

(1) R. AVERNA SACCÁ, *O Fazendeiro*, tome V, numéro 6, 1912.

(2) In *Bull. trimest. de la Soc. Myc. de France*, tome XXIX, fasc. 3me, pages 353-358, 1913.

(3) R. AVERNA SACCÁ, *Uma molestia da amoreira*, in *Boletim de agricultura*, nº 9-10, 1911.

Spegazzini dit en *Fungi chilenses*, page 19 : « *Esta especie peculiar á varias especies de avena, en ciertos años húmedos suele propagarse temprano excesivamente, haciendo mermar bastante la cosecha.* » (Spegazzini, *Myc. Arg.*, II, 98; et *Fungi Arg. nov. v. crit.*, 431.)

24. *Puccinia capsici.*

Fût observée à São Paulo (Brésil) pour la première fois en 1909, et en 1913 elle causait déjà de sérieux dégâts dans plusieurs espèces de *Capsicum* (1).

25. *Puccinia glumarum* (Schm.) Er. et Henn.

Sur *Triticum sativum* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

26. *Puccinia psidii* Wint.

Sur *Psidium guayava,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

27. *Graphiola phoenicis* (Mntgn.) Poit.

Citée par Spegazzini sur *Phoenix dactylifera* à Buénos-Ayres, Mendoza et Tucumán. (Spegazzini, *Fungi Arg.*, 58, et *Fungi Arg. novi v. critici,* 406.)

28. *Phragmidium mucronatum* (Pers.) Fr.

Sur *Rosa sp.* (Spegazzini, *Fungi patagonici,* 77, et *Fungi Arg.*, 28.)

29. *Phragmidium tuberculatum* Müll.

Sur *Rosa sp.,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

30. *Uredo cambucae* Henn.

Sur *Eugenia edulis,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

31. *Uredo gossypii* Lagerh.

Sur *Gossypium sp.* cultivé au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

32. *Uredo Rochaei* Putt.

Sur *Myrciaria jaboticaba,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

33. *Phyllosticta aurantiicola* (B. et C.) Sacc.

Sur feuilles vivantes de *Citrus aurantium* au Paraguay. (Spegazzini, *Fungi Puiggariani,* 405.)

34. *Phyllosticta libertiana* Sacc. et March.

Sur *Viola odorata* au Paraguay. (Spegazzini, ib., 407.)

35. *Phyllosticta coffeicola* Speg.

Sur *Coffea sp.* cultivée dans la zone humide de la region littorale du sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

(1) R. Averna Saccá, *O Fazendeiro,* tome VI, numéro 7, 1913.

36. *Phyllosticta capsici* Speg.

Sur *Capsicum sp.* cultivé à La Plata. (Spegazzini, *Fungi Arg. novi v. critici*, 726.)

37. *Phyllosticta mate* Speg.

Cité par son auteur sur feuilles de *Ilex paraguariensis* (1) cultivé à San Pedro (Misiones), et par Maublanc sur la même plante au sud-ouest du Brésil (loc. cit.).

38. *Phyllosticta sacchari* Speg.

Sur *Saccharum officinarum*, à Tucumán et La Plata (Spegazzini, *Hong. caña de azúcar*, 27) et au sud du Brésil (Maublanc, loc. cit.).

39. *Phyllosticta sycophila* Thüm.

Sur *Ficus sp.* cultivé au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

40. *Phoma glumicola* Speg.

Sur glumes de *Oryza sativa* à São Paulo. (Spegazzini, *Fungi aliquot paulistani*, 104.)

41. *Macrophoma malorum* (Berk.) Berl. et Vogl.

Sur fruits de *Pirus malus*, au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

42. *Coniothyrium diplodiella* (Speg.) Sacc.

Sur feuilles de *Vitis vinifera*, au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

43. *Septoria ampelina* B. et C.

Sur *Vitis vinifera*, ib. (Ib., ib.)

44. *Septoria medicaginis* Rob. et Desm.

Sur feuilles vivantes de *Medicago sativa*, à la Pampa Central (Rép. Arg.). (Spegazzini, *Myc. Arg.*, V, 974.)

45. *Septoria oryzae* Catt.

Sur *Oryza sativa* cultivée à Minas Geraes (Brésil) (2).

46. *Gloeosporium citricolum* Speg.

Sur feuilles vivantes de *Citrus limonum*, au Paraguay. (Spegazzini, *Fungi Puyggariani*, 443.)

47. *Gloeosporium fructigenum* Berk.

Sur *Pirus malus*, *P. communis*, *Prunus trifolia* et *Cydonia vulgaris*, au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

(1) C. SPEGAZZINI, *Hongos de la Yerba Mate*, in An. Mus. Hist. Nat. de Buenos Aires, serie III, t. X, p. 134.

(2) L. GRANATO, *As molestias e os parasitas do arroz*, in *Boletim de agricultura*, nº 1, 1913.

48. *Gloeosporium lupinus* Bondar.

Observé par son auteur sur *Lupinus albus* à São Paulo (Brésil) en 1912 (1).

49. *Gloeosporium mangae* Noak.

Sur fruits de *Mangifera indica,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

50. *Gloeosporium mangiferae* Henn.

Sur feuilles de *Mangifera indica,* au Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

51. *Gloeosporium musarum* Cook et Mass.

Sur *Musa paradisiaca,* ib. (Ib., ib.)

52. *Gloeosporium psidii* Delacr.

Sur *Psidium guayara,* ib. (Ib., ib.)

53. *Colletotrichum oligochaetum* Cav.

Je ne suis pas d'accord avec M. Hauman-Merck au sujet du champignon qui nuît les pastèques.

Selon lui c'est un discomycète du genre *Monilia* qui produit la maladie, tandis que moi je l'attribue au *Colletotrichum oligochaetum.*

Au commencement du mois de décembre 1913, je me rendis à Simoca (prov. de Tucumán) où je vis les plantations de *Citrullus vulgaris* atteintes d'une maladie.

Les fruits encore verts, présentaient des taches jaunâtres qui en chambre humide se changeaient en brun olivâtre.

J'avais cru d'abord qu'il sagissait du *Scolecotrichum melophthorum,* mais j'ai bien vu ensuite que ce n'était pas ce champignon l'agent des dégâts. (Ce sont ces échantillons que je communiquai à M. H. Merck.)

Quelque temps après je reçus de nouveaux fruits mûrs de la même plante et c'est alors que je pus constater avec certitude la présence du *Colletotrichum.*

Quoique dans son travail, M. H. Merck dit les avoir vues, je n'ai jamais observé, ni dans les premiers ni dans les seconds échantillons, les chaînes de spores qui caractérisent le genre *Monilia.*

Les conidies qu'on trouve assez abondamment, sont de grandeur variable (18-24 $\mu$ = 4-7 $\mu$); elles ont des granulations de différente grandeur.

Du stroma naissent des poils rigides, bruns (163 $\mu$ = 6-7 $\mu$) carac-

(1) Gregorio Bondar, *Tremoço branco e suas molestias,* in *Boletim de agricultura,* 3ª série, page 427. São Paulo, 1912.

téristiques du genre *Colletotrichum*. Deux cloisons à la partie inférieure les divisent en trois cellules; deux subégales et la supérieure généralement aussi longue que les deux autres réunies. Dans certaines taches on les trouve en abondance, dans d'autres ils sont absents.

Dans la figure 2 on peut voir ces poils et les conidies que j'ai

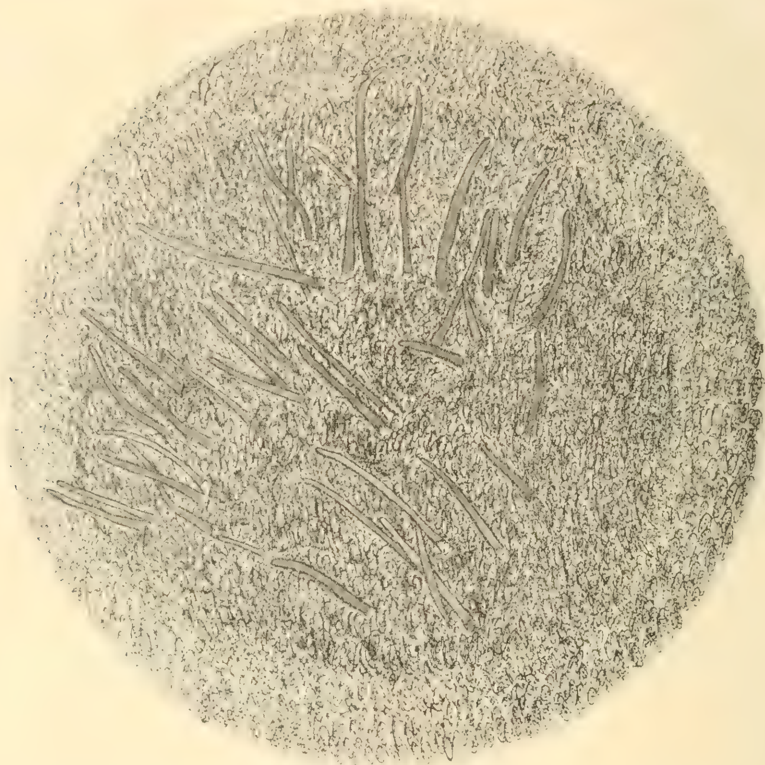


Fig. 1. — *Colletotrichum oligochaetum* Cav. Vue supérieure du stroma avec les poils renversés par la pression du couvre-objet. (Gross. 162 Diam.) Original

dessinés à la chambre claire (oculaire 3 et objectif D de Zeiss; Gross. 325 Diam.).

54. *Colletotrichum ampelinum* Cav.

Sur *Vitis vinifera*, au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

55. *Colletotrichum coffeanum* Noak (1).

Sur *Coffea sp.*, ib. (Ib., id.)

(1) Découvert au Brésil et décrit en 1901 in *Zeistschrift für Pflanzen Kranheiten*, XI, Heft 4 et 5.

56. *Colletotrichum falcatum* Went.
Sur *Saccharum officinarum,* ib. (Ib., ib.)

57. *Colletotrichum glocosporeoides* Penz.
Sur *Citrus sp.,* ib. (Ib., ib.)

58. *Colletotrichum gossypii* South.
Sur *Gossypium sp.* cultivé à Piracicaba (Brésil) (1).

59. *Septogloeum arachidis* Racib.
Dans les premiers jours du mois de mars de l'année en cours, on



Fig. 2. — *Colletotrichum oligochaetum* Cav. Poils et conidies. (Gross. 325 Diam.) Original

m'a envoyé de Bella Vista (prov. de Corrientes) quelques plantes d'*Arachis hypogaea* où j'ai trouvé ce champignon.

Tant sur les tiges, que sur les feuilles on y observait les taches noires avec les bords jaunâtres.

60. *Monochaetia ampelophila* Speg.
Sur sarments vivants de *Vitis vinifera,* à la province de Santiago del Estero (Rép. Arg.) en 1909. (Spegazzini, *Myc. Arg.,* V, 1027.)

61. *Pestalozzia sp.*
A la fin août de cette année j'ai reçu des feuilles d'*Eucalyptus sp.* atteintes par un champignon du genre *Pestalozzia,* dont l'espèce reste encore à déterminer.

(1) G. Vert, *Parasitas do algodoeiro,* in *Boletim de agricultura,* n° 4, 1905.

Les feuilles jaunissent et ne tardent pas à tomber, ce qui est dû, paraît-il à la présence du champignon.

Les conidies fusiformes (56-60 μ = 16-20 μ) sont généralement tétraseptées (il y en a tri et pentaseptées); les deux cellules extrêmes hyalines, les intérieurs colorées.

Cellule apicale avec quatre, cinq ou six cils hyalins (24-34 μ long.); cellule inférieure avec un pédoncule court incolore (12-μ long.).

62. *Pestalozzia paraguariensis* Maubl.

Observée par son auteur sur *Ilex paraguariensis* cultivé au sud-ouest du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

63. *Pestalozzia psidii* Patt.

Sur *Psidium guayava,* cultivé au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

64. *Pestalozzia uvicola* Speg.

Maublanc (loc. cit.) la signale sur *V. vinifera* au sud du Brésil.

65. *Verticillium solani* (Hart.) Sacc.

J'ai trouvé cette mucédinée sur des tubercules de *Solanum tuberosum,* atteints par *Fusarium oxisporum.* Celà vient à confirmer ici le fait observé en France par Delacroix (1).

66. *Piricularia oryzae* Cav.

Sur *Oryza sativa* cultivée au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit. et L. Granato, l. c.)

67. *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) v. Höhn.

Sur *Saccharum officinarum* cultivé au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

68. *Hadotrichum ? populi* Sacc.

Sur *Populus nigra,* cultivé au Chili. (Spegazzini, *Fungi chilenses,* 303.)

69. *Cladosporium carpophilum* Thüm.

Sur *Prunus persica,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

70. *Heterosporium echinulatum* (Berk.) Cooke.

Sur *Dianthus sp.,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

71. *Macrosporium carotae* Ell. et Langl (2).

Sur *Daucus carota,* au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

(1) G. Delacroix, *Sur une altération des tubercules de pomme de terre dans la région avoisinant Paris pendant le mois de septembre 1903,* in *Ann.* de *l'Institut National Agronomique,* 2me série, tome III, fasc. 1er, 1904.

(2) Au cours de l'impréssion de ces notes, Mr. Vitoria, du laboratoire de patho-

72. *Cercospora apii* Berk. et Cooke.
Observée par Maublanc sur *Apium graveolens* au sud du Brésil. (ib. ib. ib.)

73. *Cercospora coffeicola* Berk. et Cooke.
Observée par Maublanc sur *Coffea sp.* à São Paulo (Brésil). (Maublanc, loc. cit.) Fût signalée déjà en 1902 par G. d'Utra (in *Boletim de Agricultura*, nº 1, 1902).

74. *Cercospora gossypina* Cooke.
Sur feuilles de *Gossypium sp.*, au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

75. *Cercospora nicotianae* Ell. et Ev.
Sur feuilles de *Nicotiana tabacum*, au sud du Brésil. (Maublanc, loc. cit.)

76. *Cercosporella gossypii* Speg.
Cette espèce observée par son auteur au Paraguay est probablement identique à *Cercospora gossypina* Cooke. (Spegazzini, *Fungi Guaranitici*, 389).

77. *Stilbum flavidum* Cooke.
Observé sur *Coffea sp.* cultivé dans la zone humide de la region littorale du sud du Brésil. (Maublanc, ib.)

78. *Fusarium dianthi* Prill. et Delacr.
J'ai remarqué la maladie des œillets d'Antibes au mois de mars de l'année en cours, sur *Dianthus sp.* cultivé par le floriculteur M. Chauvin.

79. *Asperisporium caricae* (Speg.) Maub. (= *Cercospora caricae* Speg.)
Trouvé près de Rio de Janeiro sur *Carica papaya* (1).

Écoulement muqueux des peupliers d'Italie (page 167) (2). — J'ai constaté pour la première fois cet écoulement dans la propriété de M. Belloc à Barca Grande (Delta du Paraná).

Une partie des échantillons rapportés furent envoyés au labora-

logie végétale du Ministère de l'Agriculture, me fait savoir qu'il vient de trouver un autre *Macrosporium (M. gossypii)* sur des capsules de *Gossypium sp.* cultivé à Corrientes (Rép. Arg.).

(1) A. Maublanc, *Uma molestia do mamoeiro*, in *Boletim do Ministerio da Agricultura. Industria e Commercio*, II, nº 1, 1913.

Voir aussi, *Bull. trimestriel de la Société Mycologique de France*, tome XXIX, fasc. 3me, 1913.

(2) Les pages renvoient au travail de M. H. Merck.

toire de microbiologie du Ministère de l'Agriculture qui y trouva un *Micrococcus*. Je remis les échantillons restants à M. H. Merck qui isola un bacille.

Le liquide qui suinte quand on perce les ampoules de l'écorce est incolore; il devient rougeâtre quelque temps après être resté en contact de l'air.

Il faut remarquer que les peupliers atteints, considérés du point de vue industriel, étaient de vieux arbres (12 à 15 ans) plantés dans de très mauvaises conditions, sur un terrain bas et exposé aux marées continuelles. Ces inconvénients les avaient empêchés d'acquérir le diamètre correspondant à cet âge (le plus gros ne dépassait pas dix centimètres). Ils étaient, en outre, trop près les uns des autres (1 m. à 1,50 m. tout au plus) et occupaient une aire d'une hectare à peu près.

J'ai conseillé de faire enlever un certain nombre de plantes pour permettre aux autres de recevoir plus d'air et de lumière. A ce que m'a dit M. Belloc, cela lui a parfaitement réussi. L'écoulement n'a pas été remarqué dans les peupliers plantés au long des rivières du Delta. Il ne faut donc pas le considérer comme une cause de préjudice, car les plantes qui se trouvent dans de bonnes conditions de terrain, lumière, aération, ne présentent ni boursouflures, ni écoulements d'aucune sorte.

Cercospora personata (B. et C.) Ell. et Ervch. (page 206). — M. Hauman dit que ce champignon n'a pas été observé en Argentine.

Cette affirmation n'est pas exacte; on l'a signalé pour Corrientes en 1906 (1).

Fusarium oxisporum Schlect. (= *Fusarium solani)* (page 207). — Au cours de l'année 1912 nous répétâmes au laboratoire de M. Hauman les éssais d'infection que firent en France M. Delacroix et Maublanc. Dans aucun cas nous ne pûmes obtenir l'infection de pommes de terre saines, ni en les encemençant avec une culture pure, ni, préalablement contusionnées, en les mettant en contact des tubercules malades, soit à l'étuve, soit à l'air libre.

La cutinisation des tissus de pommes de terre que l'on coupe et qu'on laisse en contact de l'air se fait très rapidement, tandis que le développement du *Fusarium* est très lent.

Il faut quelques jours pour que les fructifications du champignon

(1) R. Campolieti, *La agricultura en la provincia de Corrientes*, page 82, 1906.

apparaissent, même en plaçant les tubercules dans une chambre humide, à une température de 35° Celsius.

L'infection que nous avons obtenue et qui a toujours réussie, est celle faite sur des rondelles de pommes de terre immergées d'avance dans une solution de ClNa à 10 pour cent.

A cause de la plasmolyse les tissus ne se suberisent pas et le champignon se développe sans que rien ne le gêne.

Au mois de novembre 1913 je reçus du sud de Santa Fe, plusieurs plantes de *Solanum tuberosum* qui présentaient des taches brunes sur les tiges et les feuilles.

Très près du collet, on voyait des efflorescences blanches qui n'étaient autres que les conidies du *F. oxisporum.*

Associé à ce champignon, j'ai trouvé, en grande abondance, une bacterie *(Bacillus caulivorus ?).*

Sur les taches des feuilles je n'ai pu noter aucun mycelium.

Spegazzini dit *(Fungi Arg.,* 358) l'avoir trouvé « in epicarpio putri *Cucurbitae peponis* ».

Rhizoctonia violacea Tul. (page 208). — Je profite de l'occasion pour donner mon opinion sur ce parasite, opinion qui est tout à fait d'accord avec celle de M. Hauman-Merck.

Jamais dans les nombreux échantillons de luzerne observés je n'ai pu trouver le *Rhizoctonia.*

Les dommages attribués au champignon avaient, souvent, leur origine, ou dans des parasites très différents au susdit, ou bien à des causes d'un autre ordre.

Je puis citer deux cas frappants : Dans le premier le préjudice était dû aux chenilles qui s'y étaient établies et dans le second au terrain très argileux et à la *tosca* qui se trouvait à cinquante centimètres de profondeur.

Lichens (page 209). — Il y a eu un mal entendu au sujet de l'hôte du Pyrénolichen que j'ai montré à M. Hauman.

C'est sur les feuilles d'oranger qu'il vit et non pas sur celles de citronnier ; je ne l'ai jamais trouvé sur cette plante.

Coryneum beyerinckii Oud. (pages 203 et 224 Bibliographie). — M. Spegazzini a publié dans la *Gaceta Rural* de Buénos Ayres, 1911, le même article paru dans la *Revista Zootécnica,* II, numéro 7, 1910.

Le *Coryneum beyerinckii* n'a donc pas été, que je sache, signalé pour Montévideo.

CARLOS LIZER.

# SOBRE BLASTOFTORIA

Con mucho gusto he aceptado la invitación de esta docta sociedad para dar una conferencia sobre un tema relacionado con una materia especial, la embriología. Me he propuesto hablar á ustedes, sobre un tema, á mi saber, poco tratado, la blastoftoria. ¿Qué significa esa palabra extraña y conocida probablemente por muy pocas personas, aun de las ilustradas? Esta palabra ha sido creada por el ilustre psiquiatra suizo A. Forel y significa las consecuencias deletéreas de todas las influencias anómalas y alterantes que puedan influír sobre el protoplasma de las células á las cuales debemos nuestro origen, es decir, las células germinativas. Haciendo abstracción de la definición científica, diré con palabras sencillas que se trata de las alteraciones morbosas de nuestros gérmenes, que hacen desaparecer de la vida individuos, familias y razas.

Entramos en el terreno de las cosas más enigmáticas, más difíciles, que desde que en la tierra existe el pensamiento han ocupado los espíritus de todos los que no han podido encontrar su satisfacción en una vida puramente vegetativa.

Las grandes preguntas: de dónde venimos, dónde vamos, qué somos, por qué vivimos, surgen cuando se habla de tales temas. Es necesario recordar que la delgada capa de agua y de tierra que cubre nuestro planeta, cuna y cementerio al mismo tiempo, crea desde hace eternidades una infinidad de seres, que bien pronto tienen que desaparecer para que se formen nuevos de sus cenizas. Recordemos que desde principios muy alejados, muy sencillos — aún incomprendibles, — la vida orgánica se ha desarrollado hasta por fin crear el hombre, que,

orgulloso, dice que, en su mente, la naturaleza llega al conocimiento de sí misma. Pero — ὡς φυλλῶν γενεὴ τοιη δε ηαι ἄνδρων — la estirpe del hombre es como la de las hojas, que se mueren en el invierno, y que la primavera crea de nuevo. Morimos y renacemos, dice el poeta griego. Así es en la evolución normal. Pero morimos y no renacemos en nuestros hijos cuando, por causas aún desconocidas, enfermedades, etc., nuestros gérmenes no son más capaces de renovar nuestro sér.

En mi conferencia de hoy voy á tratar de la renovación de nuestro sér; en la siguiente hablaré de los fenómenos de decadencia que conducen á la muerte y á la desaparición. Hoy tentaré de dar una idea sobre el origen individual del hombre cuando todo evolucionaba normalmente, es decir, cuando el fruto, terminado su desarrollo, repite el tipo de su generador. El resultado de esta conferencia debe ser una sencilla interpretación de los fenómenos mediante los cuales escapamos continuamente á la muerte y la acentuación de una idea según la cual la vida individual es algo diferente de las concepciones generales que sobre ella se tiene.

¿ Por qué debemos renovarnos ? ¿ Por qué debemos morir ? ¿ Por qué todos los vegetales y todos los animales deben morir ? ¿ Por qué no hay seres inmortales ? Se debe morir por haber alcanzado un cierto grado de desarrollo. La adquisición de una vida individual compleja viene á ser pagada con la muerte ; sin embargo hay una clase de seres sencillos que son inmortales ó tienen, mejor dicho, una inmortalidad facultativa. Un microbio se divide, á consecuencia de cuyo fenómeno resultan dos. Esos dos se vuelven á dividir, y existen cuatro seres vivos ; siguen diviéndose éstos, y se encuentran ocho, etc. No hay cadáver y no puede por lo tanto hablarse de la muerte de los individuos, sino cuando entran fuerzas extrañas, cuando, por ejemplo, la nutrición no alcanza más, cuando los rayos solares ejercen su acción destructora ó cuando el hombre, con sus soluciones desinfecantes viene á darles muerte. Á medida que los organismos se complican y que los procesos vitales no están ligados á una sola sino á un conjunto de células, la cuestión cambia de aspecto. En los seres pluricelulares hay conjuntos de elementos con funciones determinadas: órganos.

Uno de estos órganos tiene por función llevar los organismos adonde existe la mejor nutrición, la mejor luz; otros órganos tienen que tomar su nutrición, otros tienen que prepararla, otros que eliminarla, otros tienen que dar noticias á las partes internas de los fenómenos ocurridos en el mundo exterior. Ya no es posible que con-

juntos de órganos tan complicados puedan dividirse sencillamente en dos partes conservando y multiplicándose de esa manera.

Tales organismos han confiado á un conjunto de células — células sexuales — la obligación de renovar su vida. Las células dotadas de esa obligación vienen á ser eliminadas y llegan, gracias á su movilidad propia, á ponerse en contacto con una célula idéntica de un otro organismo de la misma especie. En esas dos células se despierta el poder admirable de volver á edificar un organismo, parecido en todos sus detalles á los organismos de los cuales provienen.

¿ Qué es lo que sucede con los organismos que han dado tales células ? Sucumbir á las leyes de la consumación. En un momento dado no son más capaces de asimilar material del mundo exterior y prepararlo : se disuelven en sus átomos, mueren.

La muerte hizo su aparición en el mundo cuando de los seres unicelulares se originaron los seres pluricelulares.

Probablemente al principio las dos células que se buscaban eran de idéntica constitución y caracteres. Esas células eran movibles en el agua y tenían almacenada cierta cantidad de substancias nutritivas, las cuales entraron, después de ciertas metamorfosis, en el conjunto de las primeras células originadas por la unión de esas dos células madres.

En un período más avanzado de desarrollo parece que el depósito de subsistencias aumentaba en las unas y disminuía en las otras. De esa manera se originaron células más movibles y otras menos movibles.

Las células activas ó espermatozoides tenían el papel de buscar á las inmovibles ó casi inmovibles, las células ováricas.

Probablemente los individuos de cada especie fabricaban las dos clases de células destinadas á unirse con células correspondientes de otro individuo. Este estado se puede encontrar en animales inferiores, en los cuales cada individuo es masculino y femenino al mismo tiempo ; estado que es conocido bajo el nombre de hermafrodismo, el cual se observa únicamente, por excepción, en animales superiores.

En una época más adelantada del desarrollo de los organismos cada uno de ellos fabricaba una sola clase de esos elementos, originándose así los individuos femeninos y masculinos.

En el comienzo, las células masculinas y femeninas fueron vertidas al agua donde las primeras buscaron á las segundas, como aún actualmente se puede observar en animales que han permanecido en estados inferiores, como en los anfibios y en muchos pescados.

La unión de las células en el agua, la fecundación, daba como resultado que una gran cantidad de elementos debía desaparecer y sólo un limitado número debía formar nuevos seres.

Por eso, muchos organismos tienen el lugar de la fecundación en el interior del organismo femenino y por eso los organismos femeninos pudieron dar abasto con un número mucho más exiguo de células ováricas. Mientras que, por ejemplo, en muchos pescados cada deposición de huevos cuenta hasta un millón. de los cuales sólo un limitado número se desarrollan, de modo que el número de los individuos de la especie queda más ó menos el mismo, en la mujer se desarrollan, durante toda su vida, sólo 200 huevitos capaces de ser fecundados. Bien cierto es que la mujer nace con un número grande de huevos, 20.000 para los dos ovarios, que puede ser considerado como una reminiscencia de tiempos remotos, cuando nuestros antepasados fabricaron un número enorme de huevos; pero, desde su primera juventud gran número de huevos ováricos están destinados á desaparecer.

El número de células masculinas formadas durante todo el período de la vida sexual es enorme. Á cada célula ovárica fecundada corresponden 850 millones de espermatozoides; durante la vida individual el organismo masculino fabrica 340 billones de espermatozoides.

No puedo, en una hora, explicar los fenómenos curiosos que acompañan la formación de los espermatozoides y huevitos; tengo que limitarme á mostrarles imágenes de huevitos y espermatozoides ya desarrollados y describir brevemente los fenómenos que se observan durante su unión.

El huevito es, como los millones de células que forman el cuerpo, una célula en la cual encontraremos todos los componentes que hay en las demás células. El espermatozoide es, por el contrario, una célula fuertemente modificada, adaptada á la locomoción, y cuya constitución entenderemos mejor cuando estudiemos la estructura de la ovicélula.

De los fenómenos de la fecundación no puedo mostrar imágenes que correspondan al hombre, pues hasta hoy, tanto este fenómeno como el de su primer desarrollo embrionario, no han podido ser observados.

Los estudios sobre los fenómenos de la fecundación han sido hechos sobre productos sexuales de seres inferiores. Solamente en los últimos años, gracias á los sacrificios de un sabio alemán, hemos obtenido de los mamíferos un material tan vasto, que poseemos una suce-

sión casi ininterrumpida de los fenómenos que se verifican en el interior del huevo, desde el momento de la penetración del espermatozoide hasta el momento en el cual la célula fecundada se divide en dos. Esos largos y pacientes estudios han sido hechos en la laucha blanca.

Aproximadamente esos procesos se verifican de una manera parecida á la ya conocida en animales inferiores; por ejemplo, en el erizo de mar. La conclusión de que en la especie humana tales fenómenos se verifican de manera semejante, es por lo tanto bien fundada.

Después de haber relatado el curso de la fecundación, voy á mostrar en una serie de imágenes (preparaciones personales) los fenómenos de la llamada segmentación.

La segmentación es la consecuencia de divisiones celulares, cuyo resultado es la formación de un gran número de células de casi igual tamaño, que circunscriben una cavidad esférica.

Cualquier organismo animal pluricelular, sin distinción de sus formas definitivas, forma su cuerpo de láminas. ó sea membranas, que tienen su origen en la segmentación de la ovicélula fecundada.

Tres son estas láminas, las cuales están superpuestas y se llaman, de afuera hacia dentro, citodermo, mesodermo y entodermo. No me será posible, sin embargo, hablar del origen de estas láminas; me limitaré á decir que la superior de ellas formará el encéfalo, los órganos de los sentidos y parte de la piel; que la lámina inferior formará el intestino y las glándulas que elaboran los jugos nutritivos; mientras que la lámina media dará origen á los músculos, huesos, sistema sanguíneo, riñones y órganos sexuales internos.

No podré dar detalles sobre los esbozos y desarrollo de esos órganos, tengo que limitarme á dar imágenes de los embriones humanos observados en su conjunto, empezando con los más jóvenes conocidos. Nombraré los órganos más importantes y daré algunas explicaciones sobre su significación. Será esto menester hablando de gérmenes que aún no tienen parecido con el hombre en su desarrollo completo. Solamente hacia el fin del segundo mes la conformación del embrión es tal que ya se reconoce en él las formas definitivas.

Durante los estados iniciales del desarrollo el embrión humano es tan parecido al de los demás vertebrados, que únicamente el especialista es capaz de diagnosticarlo como germen humano.

Desearía entretenerme un momento en esa gran semejanza existente entre los embriones de animales muy desemejantes, para hacerles

conocer uno de los hallazgos más importantes de la embriología, la llamada ley biogénetica fundamental.

Esa ley dice que la ontogenia, es decir, el desarrollo individual ó sea, la evolución que recorre el organismo animal desde la célula ovárica hasta formar su estructura definitiva, es la breve repetición de todas aquellas formas orgánicas que los progenitores de su especie han recorrido desde los tiempos más antiguos de la creación orgánica hasta el presente.

No hay que entender esta ley de tal manera que un mamífero, en el caso presente el hombre, sea un infusorio, después un gusano, después un pescado, después un anfibio, un reptil, etc., sino en el sentido de que el embrión llega, durante su desarrollo, empezando con la forma unicelular, á un estado durante el cual presenta ciertos detalles característicos de los gusanos, después caracteres que pertenecen á los pescados, en fin, tales, que se encuentran solamente en mamíferos inferiores.

Veremos al hombre en un estado durante el cual tiene branquias como un pescado, en otro período en el cual no tiene extremidades como un gusano, en otro en el que tiene el cerebro como un mamífero inferior, y otro en el que tiene una cola como los monos caudales.

En un último de mis dispositivos voy á mostrar un esquema, el cual ilustra la relación entre los individuos y las células sexuales, el mismo esquema con el cual empezaré mi próxima conferencia, y cuya transcendencia me parece grande, y sobre cuya interpretación diré unas cuantas palabras, terminada la demostración.

Empezaremos ahora con el estudio de la célula ovárica.

Voy á permitirme decir algunas palabras más sobre el último esquema que he presentado.

Según el concepto que ilustra, concepto, según mi opinión, perfectamente demostrado, no es, como he dicho, el individuo el que fabrica el plasma germinativo; antes bien, por el contrario, es el plasma germinativo quien fabrica al individuo.

El plasma germinativo inconsciente é ininteligente, según nuestra interpretación, sigue viviendo eternamente, cuando no viene á ser destruído de una manera forzada, como ha vivido desde tiempos inmemoriales.

Los individuos son entonces el alma del plasma germinativo, que aumentan en cantidad, transfieriéndolo en línea ininterrumpida de generación en generación.

Esta línea ha sido llamada vía germinativa.

Es de una importancia enorme para la especie el conservar su plasma germinativo inalterado.

Un plasma germinativo sano es únicamente transmitible por individuos sanos. Alteraciones morbosas del individuo alteran hasta aniquilar al plasma germinativo.

Sobre las enfermedades, los factores que alteran el plasma germinativo, sobre las consecuencias de esas alteraciones en los individuos á nacer, como malformaciones, diminución de la fecundidad, desaparición de familias, pueblos y razas, hablaré en la próxima conferencia.

En mi anterior conferencia he tratado de explicar á qué es debido que los hijos se parecen á sus genitores, á qué es debido que las particularidades de las especies raras y familiares vienen á ser conservadas. Hemos entendido que una parte constituyente de los núcleos célulares, que se unen en el acto de la fecundación, la llamada cromatina, era la portadora de los caracteres hereditarios.

Sabemos que se trata de partículas bien visibles, las cuales proporcionan los caracteres hereditarios y hemos designado á las partículas bajo el nombre de plasma germinativo. El plasma germinativo pasa en línea ininterrumpida de generación á generación ; no es, como se ha dicho, el individuo que fabrica el plasma germinativo, antes bien, por el contrario, es el plasma germinativo quien fabrica los individuos.

Sobre los factores que alteran el plasma germinativo y sobre las consecuencias deletéreas de las alteraciones patológicas hablaré en la conferencia de hoy.

Será menester orientarnos brevemente sobre el hecho de que el plasma germinativo puede ser influenciado por el cuerpo en cuyo interior reposa ; esto me parece necesario, pues aún está arraigada la idea de que el plasma germinativo tiene una resistencia del todo independiente del cuerpo.

Se suponía que él se comportaba como un parásito frente al huésped en que habita. Viviendo el huésped, vive el parásito ; muriendo el huésped, también muere el parásito. Por lo demás, puede comportarse el parásito de acuerdo con sus caracteres especiales y alteraciones ; el huésped, siempre bajo la influencia del medio exterior, no altera para nada la vida del parásito.

Pensando de esa manera sobre el cuerpo y el plasma germinativo, se creía que el primero no era capaz de modificar las propiedades hereditarias del segundo.

Se ha creído que era imposible que facultades adquiridas por el cuerpo, bajo la influencia del mundo externo, pudieran pasar á los descendientes, de tal modo, que ellos ofrecieran los mismos cambios que heredaran sus genitores, sin que sobre ellos hubiera tenido influencia el exterior. Se sabía muy bien que algunas influencias del mundo exterior que atacan directamente al plasma germinativo, por ejemplo venenos, que vienen á ser incorporados por vía sanguínea, lo podían alterar en tal sentido y que idénticas modificaciones pudieran observarse en padres é hijos. Sabíase, desde hace mucho, que el alcohol llega por la vía sanguínea á las glándulas germinativas, las altera, y que sus productos alterados generan, á causa de la lesión del plasma germinativo, una descendencia patológica.

Pero solamente comprobaciones modernas han llegado á demostrar que el plasma germinativo viene á ser influenciado de una manera muy diferente por las alteraciones del cuerpo. El número de investigaciones que parecen comprobar las relaciones entre el plasma germinativo y el cuerpo, son numerosas; me contentaré con describir una sola. El investigador Suterie criaba dos razas de pollos, de los cuales la una era nítidamente blanca y la otra francamente negra. Una reproducción en varias generaciones por separado lo convenció de que ambas crías eran constantes y puras. Tomo una gallina joven entre las negras, le sacó el ovario y le implantó el ovario de una gallina blanca. Cuando esa gallina negra con el ovario de una gallina blanca llegó á su estado de madurez, la hizo fecundar por un gallo blanco. Se unieron entonces los espermatozoides del gallo, el cual, como es sabido, transmitía el color blanco, con células ováricas, las cuales, también hasta ahora, habían transmitido el mismo color blanco. Origináronse sin embargo pollitos blancos con manchas negras. Hay que suponer que el ovario de la gallina blanca, durante su desarrollo en la gallina negra, ha sido influenciado en cierto sentido por los caracteres negros de esa gallina. De idéntica manera un gallo negro produjo con una gallina blanca, á la cual se había implantado un ovario de una gallina negra, pollos blancos con manchas negras. En ese caso, creyendo en la independencia del plasma germinativo del cuerpo, hubiéramos debido esperar que se originarían pollos negros. Numerosas otras experiencias demuestran que el plasma germinativo se encuentra en cierta relación con el cuerpo. Sobre el mecanismo de esa influencia nada se sabe, y tampoco se sabe hasta qué grado llega esta influencia. Cierto es, sin embargo, que existe un número determinado de alteraciones del cuerpo que no tienen influencia sobre el plasma germinati-

vo; así es cierto, por ejemplo, que heridas sincrónicas del cuerpo no influyen los gérmenes, no siendo por eso transmitidas por herencia. Weissmam cortó por numerosas generaciones la cola á sus lauchas blancas, pero al cabo de varias generaciones no ha podido constatar una alteración de la longitud de ellas. Tampoco la circuncisión de los judíos, practicada desde hace milenios, ha producido alteraciones del cuerpo transmisibles por herencia. Bien claro es que los factores que alteran el plasma germinativo á través del cuerpo, en el cual reposa, tienen que ser favorables, indiferentes ó desfavorables. De influencia favorable hablamos, cuando la especie es objeto de una evolución progresiva. En ese caso el plasma germinativo genera individuos, los cuales de generación en generación son más complicados. Una influencia en tal sentido favorable existió cuando el hombre de antepasados inferiores se desarrollaba hasta el grado alcanzado actualmente. Sería imposible precisar en qué consiste tal influencia bienhechora. En primer lugar, supondremos que una proporción determinada entre luz, calor y humedad del aire, cantidad de habitación y alimento, facilidad ó dificultad de alcanzarlas, constitución del suelo, han sido de importancia. ¿Cuál es la causa íntima de ese desarrollo de nuestra especie hacia esa perfección? Lo ignoramos y tampoco estamos autorizados á decir si esa causa perdura todavía. De una influencia indiferente sobre el plasma germinativo será menester hablar cuando un estado adquirido viene á ser conservado, cuando por nuestra observación, la cual naturalmente puede referirse únicamente á lapsos de tiempo relativamente cortos, no se verifican ni ascensos, ni descensos, cuando la especie, con todas sus propiedades, viene á ser perpetuada con un número más ó menos igual de individuos.

Desfavorable llamaremos á todas aquellas influencias que producen una diminución de sus cualidades y preparan su desaparición. De los muchos factores desfavorables para el plasma germinativo ya conocemos con cierta intimidad un número determinado; no conociendo sin embargo el mecanismo que opera á través del cuerpo sobre el plasma germinativo, las consecuencias morbosas pueden ser estudiadas en una serie de fenómenos.

Las consecuencias relativas á influencias anómalas y alterantes sobre el plasma germinativo que hemos llamado blastoftoria, aparecen bajo la forma de malformaciones, enfermedades, predisposición para enfermedades, deficiencias corpóreas, intelectuales y morales, fecundidad disminuída, factores *todos* que durante cierto tiempo son fermentos, y que contribuyen por último á la desaparición de la especie.

Uno de los factores importantes para la alteración del plasma germinativo es su transmisión á través de una serie de organismos ya anormales. No conocemos el primer momento alterante que ha producido, por ejemplo, la formación de familias en las cuales las mujeres sufren de una diminución del número de elementos de la glándula mamaria. Á pesar de eso estamos autorizados para decir que el plasma germinativo proveniente de esa mujer tiene la tendencia de generar otros individuos femeninos con glándulas mamarias deficientes.

En tales casos hablamos de una inferioridad del plasma germinativo transmitido por herencia. Gran número de predisposiciones morbosas tienen sus causas en tal inferioridad legada por herencia. De tal manera son transmisibles, por herencia, el labio leporino, la monodactilia, es decir, el hecho de que la mano no tenga más que un dedo, la polidactilia, es decir, aumento del número de los dedos, la mano en forma de garra, etc.

Perpetúanse por herencia las alteraciones de los órganos genitales, el enanismo, el gigantismo, la catarata congénita, ó sea, la intransparencia del cristalino ocular, la miopía, el daltonismo, es decir, una falta de desarrollo de los centros nerviosos del ojo, en consecuencia de cuya lesión confúndense ciertos colores; la sordomudez, la retroversión de órganos, etc.

Es también transmitida por herencia la ictiosis, enfermedad de la piel en la cual se forman escamas en toda su superficie, la psoriasis, el noevus pigmentoso, la microcefalia, la hemofilia, enfermedad de la sangre, en la cual ésta ha perdido su coagubilidad y una herida de escasa importancia puede conducir á la muerte por hemorragia, la diabetes insípida, enfermedad en la cual los enfermos toman cantidades enormes de líquido, la diabetes azucarada, la obesidad, la arterioesclerosis, ó sea una alteración de los vasos sanguíneos, la carie dentaria, enfermedades nerviosas y muchas otras.

En todos esos casos la causa de la blostoftoria es la proveniencia del plasma germinativo de un individuo patológico y la consecuencia la generación de nuevos individuos patológicos. El individuo sano, con plasma germinativo sano, que desee una descendencia sana, nunca debería mezclar su plasma germinativo con uno que proviene de familias enfermas. En muchos casos fácil será protegerse por ayudarnos la naturaleza, inspirándonos horror un cónyuge que sufra de una anomalía como el gigantismo ó el labio leporino. Pero hay muchos casos en los cuales solamente los conocimientos pueden protegernos de las causas perjudiciales. Existen, por ejemplo, mujeres

provenientes de familias hemofílicas, las que, hermosas y seductoras, parecen perfectamente sanas, pero sus hijos, engendrados con un hombre sano, podrán ser hemofílicos.

Otros factores que producen la blastoftoria son la temprana edad de uno de los cónyuges ó la avanzada edad del mismo, su estado de nutrición deficiente ó exagerado, el cansancio físico y moral prolongado, y la llamada incongruencia de los gérmenes. Lo que es en realidad esa incongruencia no lo sabemos; hablamos de ella cuando vemos que razas muy alejadas forman productos malos. Es ya bastante conocido que los representantes de razas que son muy heterogéneas, por ejemplo, chinos y europeos, esquimales y negros africanos, engendran híbridos, que no tienen los caracteres de ninguno de sus padres, presentando las apariencias de un tipo inferior. También en caso de consanguinidad hablamos de incongruencia de los gérmenes, cuando el producto no alcanza la altura de sus padres. En lo que se refiere á la consanguinidad se cree hoy que produce, cuando ella se verifica entre individuos sanos, rápidamente un refinamiento de la raza y un aumento de la potencialidad de sus buenas cualidades; es así, por ejemplo, que el gran desarrollo mental de los griegos antiguos parece ser debido al hecho de que hermanos y hermanas contraían matrimonio, y por lo tanto la consanguinidad era un hecho beneficioso. No siendo completamente sanos ambos cónyuges, se verifica una sumación de las cualidades malas en la descendencia, cuya inferioridad concluye por desaparecer por esterilidad de la raza.

Un papel importante en la blastoftoria desempeñan los venenos; una parte de ellos puede ser producida por agentes morbosos, otros vienen á ser incorporados como estimulantes, como el alcohol ó la morfina. Cuando el cuerpo sufre de enfermedades febriles durante un lapso de tiempo más ó menos largo, la alta temperatura y los venenos producidos por los microbios alteran el plasma germinativo. Microorganismos patógenos pueden penetrar en la ovicélula. Poco tiempo después que el agente morboso de la sífilis, la espiroqueta pálida, fué descubierto, un investigador francés nos demostró que ese delgado microorganismo es capaz de penetrar á través de la membrana protectora que envuelve el huevito. En este caso la blastoftoria viene á ser causada por la acción mecánica de las espiroquetas, que aumentan rápidamente de número, obstaculizando el libre desarrollo de los órganos embrionarios, eliminando además substancias tóxicas, que por cuenta propia alteran de una manera nociva al germen. La consecuencia de esa clase de blastoftoria es ó la muerte del embrión ó el ori-

gen de una monstruosidad, hecho que demostraré con ejemplos, ó el nacimiento de un niño enfermo, el cual está destinado á morir bien pronto por consecuencia de perturbaciones de su aparato digestivo, y que, en el mejor de los casos, por el excesivo cuidado de los que le rodean, resulta un hombre mediocre.

Una de las causas más frecuentes de la blastoftoria es el envenenamiento alcohólico; de igual modo que el alcohol altera ó mata las células del hígado, del estómago, de la corteza cerebral, mata ó hiere también al plasma de las células germinativas. Voy á mostrar imágenes de cortes efectuados en testículos, una sobre testículos de hombre normal y otra de un bebedor crónico. La diferencia entre esas dos imágenes es tan grande que aun el hombre no conocedor especializado en estas cuestiones inmediatamente alcanza la diferencia. Tenemos que imaginarnos que la estructura íntima de los espermatozoides, como, por ejemplo, número y ordenación de las moléculas de sus substancias albuminosas, deben ser extremadamente pronunciados, cuando el microscopio nos revela ya lesiones profundas en órganos como el testículo, de organización relativamente grosera. Voy á mostrar una serie de espermatozoides patológicos observados por el experimentado sueco Broman, el cual cree que las alteraciones patológicas por él observadas son atribuíbles al alcohol.

Vamos á ver espermatozoides gigantes y enanos, algunos con dos cabezas, otros con una cabeza y dos colas, etc. No cabe duda de que una larga serie de monstruosidades viene á ser producida por tales espermatozoides monstruos.

De idéntica manera que los espermatozoides pueden ser anormales, también pueden serlo los huevos, pero las anomalías de estos últimos son mucho más difícilmente reconocibles, dado su número relativamente escaso.

Voy á mostrar la imagen de un huevo encontrado en una mujer de 49 años, el que, probablemente, en caso de ser fecundado, hubiera originado una monstruosidad. Sin embargo no sabemos si en este caso el alcohol había desempeñado algún rol. La influencia del alcohol sobre el plasma germinativo no produce constantemente monstruosidades, á menudo genera chicos que son idiotas ó epilépticos, ó psíquicamente anormales. Es célebre y muy conocida la historia de la familia Tao, la cual, proviniendo de alcoholistas, produjo durante varias generaciones un gran número de personas psíquicamente anormales, como vagabundos, ladrones, pillos, prostitutas, etc., los cuales ocasionaron al estado unos cuantos millones de francos por gastos de cárceles, etc.

Podemos suponer que en esos casos la degeneración del plasma germinativo debe ser muy profunda, pues tales hijos generados idiotas ó epilépticos por el alcoholismo de sus padres conservan la propiedad de transmitir su constitución patológica á sus descendientes, aun cuando ellos no sean alcohólicos. No quiero detenerme mayormente con el alcohol y quiero pasar á otra causa de blastoftoria.

Existen unas cuantas especies de blastoftoria, en las cuales conocemos las consecuencias sin conocer las causas. Cuéntase entre ellas gran número de monstruosidades cuya formación no sabemos explicar satisfactoriamente. La ciencia que se ocupa del estudio de las malformaciones, la teratología, muchas veces tiene que limitarse á describir y registrar los casos observados. La característica de todas las malformaciones es, según mi concepto, una tendencia inherente á la desaparición de la raza. Muchas monstruosidades no son capaces de vivir y los menores grados de malformaciones significan una exacerbación de la lucha por la vida, conducen, en los animales, inevitablemente á la muerte y vienen á ser conservadas vivas en la especie humana casi únicamente por nuestra cultura. Para dar un concepto general sobre los diferentes grados de malformaciones, voy á mostrar unas cuantas imágenes de diferentes casos interesantes.

Otra especie de blastoftoria no tiene manifestaciones visibles. Ella consiste en una alteración de los aparatos genitales en el sentido de una diminución de la potencialidad. Individuos aparentemente sanos, pertenecientes muy á menudo á antiguas familias, tienen esa tendencia de desaparecer. Es sabido que muchas familias nobles han desaparecido por completo, sin que enfermedad alguna haya producido estragos en ellas. En estos casos la blastoftoria consiste en una diminución progresiva de la vitalidad de las células sexuales, el plasma germinativo se apaga, como una luz se apaga cuando no tiene más material para arder. Presentaré un gráfico que explicará mejor el concepto vertido.

Un último tipo de blastoftoria se manifiesta en la formación de individuos aparentemente normales, física y psíquicamente, los que sin embargo, en lo que se refiere á la conservación de su especie, desarrollan su psiquis en una forma tan especial, que los conduce como resultado final á la desaparición de la especie. Los individuos se vuelven exageradamente egoístas, abservándose en el análisis de la historia que, después de largos períodos de civilización en las razas denominadas antiguas se origina una exagerada tendencia á disfrutar de los bienes de la vida, tornándose como consecuencia los individuos personalistas en tal grado que, viviendo únicamente para el bien de su

propia persona, olvidan los deberes que los ligan á su raza. Los niños, en estas épocas y razas, se les considera incómodos, superfluos, inútiles. Como se deduce fácilmente, esos individuos disminuyen voluntariamente las concepciones maternas y muestran un gesto de horror ante la perspectiva de una concepción.

Tales prácticas debieron influenciar en alto grado en la desaparición de los griegos y romanos antiguos, y en los pueblos modernos europeos existen algunos que han dado motivo á alertas justificadas, por disminuír de una manera progresiva su fecundidad. Ese fenómeno degenerativo se ha extendido también á la América invadiendo las grandes ciudades de Norte América, mientras que en la América del Sud y especialmente en la Argentina hemos quedado afortunadamente libres de prácticas que en otros países llegan á ser una seria preocupación de las clases dirigentes.

Voy á proyectar ahora algunos dispositivos que harán más gráfico todo lo que hasta ahora hemos expuestos, haciéndola al mismo tiempo más comprensible.

En el breve lapso de tiempo de dos horas he tratado de estudiar la importancia que impone á una raza el estado de su plasma germinativo. La tarea más noble de todos los individuos componentes de las razas debe ser dirigida á mantener sano el plasma germinativo heredado de los padres y esforzarse en mejorarlo. Si pudiéramos utilizar en la especie humana las averiguaciones que sobre las crias nos aporta el perfeccionamiento de las especies animales, sería factible eliminar de nuestra especie todo lo que es morboso, llegando al perfeccionamiento de la especialización. De la misma manera que el hombre, por la cría artificial, ha podido transformar el primitivo puro salvaje especializándolo á funciones determinadas, así también la especie humana por una selección artificial debidamente meditada podría ser mejorada y especializada de un modo notable, obedeciendo su organismo á las mismas leyes.

Principios modestos en este sentido ya han sido iniciados en la República del Norte, donde se han votado leyes en favor de la esterilización artificial de los criminales, y en Inglaterra, donde quieren hacer depender el matrimonio de informes médicos.

VICTOR WIDAKOWICH.

# UN PROBLEMA DE QUÍMICA

## I

Si se pudiera ligar por medio de una *ley matemática* los elementos reaccionantes y los producidos por la reacción, no hay duda de que simplificaríamos en gran manera el trabajo de la memoria, ésta descansaría, y el espíritu, en posesión de un método seguro, afianzaría la verdad plena, puesta por virtud de la ley al abrigo de lo contingente.

Pues bien, afirmamos que esa *relación general* existe. No se debe á nosotros, sino que es conocida desde hace mucho tiempo, si bien nos parece que no está bastante divulgada. Quien haya leído algunos libros de química españoles la habrá visto esbozada, especialmente y en el tratado de química general del fallecido profesor señor Luanco, de la universidad de Oviedo, esclarecida además con uno ó dos ejemplos.

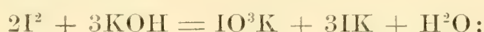
En nuestros tiempos de profesorado hemos acudido á él más de una vez obligados por alguna infidelidad de la memoria y siempre nos ha sido muy útil. No quiere aquello decir que el procedimiento se encuentre sólo en obras españolas, estará probablemente en otras, pero no lo hemos visto en tratados franceses é italianos, que son los que nuestra escasa preparación en idiomas nos permite consultar con mejor comprensión.

La exposición de ese *método* y su aplicación á los múltiples casos que pueden ocurrir, nos parece un asunto digno de ser emprendido, ya que no tenemos noticia de que otros lo hayan hecho; y á tal fin solicitamos hospitalidad en el órgano de la Sociedad científica argentina, por si su conocimiento pudiera originar un trabajo más completo y más profundo del que nuestro muy limitado saber pueda proporcionar á los ilustrados lectores.

## II

Empecemos con un ejemplo. Supongamos que se pida á un alumno que formule la reacción que produce el *yoduro de potasio* partiendo del yodo.

Si el alumno recuerda que en la fórmula deben entrar el *yodo* y el *hidrato potásico* y que al reaccionar se producen *yoduro* y *yodato potásico* y alguna otra substancia que no tiene bien presente, así como tampoco el número de moléculas que debe tomar para formular la reacción, ensayará, verbigracia, de este modo :



$$2I^2 + 3KOH = IO^3K + 3IK + H^2O;$$

encontrándose al hacer el cómputo con que en el segundo miembro hay más oxígeno que en el primero y menos hidrógeno que en éste; lo que, no satisfaciendo la igualdad química, le induce á verificar otro tanteo. Por ejemplo, el siguiente :



$$2I^2 + 4KOH = IO^3K + 3IK + 2H^2O.$$

Al computar elementos halla que hay oxígeno en demasía en el segundo miembro, estando bien todo lo demás. Como esa producción de oxígeno *ex nihilo* repugna á su inteligencia, figurémonos que corrige su reacción de este nuevo modo :



$$2I^2 + 4KOH = IO^3K + 3KI + H^2O + H^2. \qquad (1)$$

Ahora bien, ninguna de estas ecuaciones es la exacta, y sólo la siguiente, donde entran tres moléculas de yodo y seis de hidrato de potasio, es la que satisface mejor á los hechos experimentales.

El alumno lo verifica y le resulta esta igualdad :



$$3I^2 + 6KOH = 5KI + IO^3K + 3H^2O. \qquad (2)$$

Pero el conflicto subsiste en su espíritu, pues se preguntará, ¿ por qué la fórmula (2) es satisfactoria y la (1) no, siendo así que, computadas ambas, hay igualdad perfecta entre sus miembros ?

Porque la (2) expresa los *hechos de observación*, ó mejor dicho, de *experiencia,* notados por todos los químicos, mientras que la (1) pudiera decirse que es una nueva igualdad cuantitativa, como lo sería otra cualquiera que agrupase caprichosamente los elementos, sin más su-

jeción que el cumplimiento de la identidad entre el número de átomos de cada especie en ambos miembros.

Por ejemplo :



$$2I^2 + 4KOH = 4K + I + I^3 + 4OH \qquad (3)$$

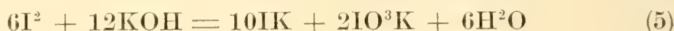
ó bien



$$2I^2 + 4KOH = KO + IO + I^3OH + K^3H^3O. \qquad (4)$$

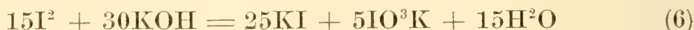
Ninguno de estos segundos miembros sería realizable por las substancias reaccionantes del primero, sin embargo de verificarse la identidad en el número de elementos de cada especie. Notemos, no obstante, que la igualdad (1) del alumno está mucho más cercana de expresar los hechos que realmente ocurren que la (3) ó la (4), á las cuales convendría la calificación de *imposibles* químicamente.

Advirtamos además que la verdadera reacción pudo ser formulada con otros números como coeficientes de las moléculas. Por ejemplo, de estos otros modos :



$$6I^2 + 12KOH = 10IK + 2IO^3K + 6H^2O \qquad (5)$$

ó bien



$$15I^2 + 30KOH = 25KI + 5IO^3K + 15H^2O \qquad (6)$$

ó más generalmente así :



$$3n \,.\, I^2 + 6n \,.\, KOH = 5n \,.\, IK + n \,.\, IO^3K + 3n \,.\, H^2O \qquad (7)$$

en todas las cuales los coeficientes son *equimúltiplos* de los que figuran en la fórmula (2). Quiere esto decir que puede satisfacerse de un ilimitado número de maneras á una igualdad química, expresando siempre la realidad de los fenómenos; pero que lo verdaderamente cómodo é interesante es *formular la reacción empleando los más pequeños coeficientes posibles.*

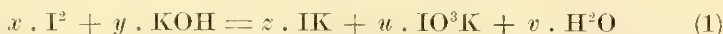
Pues bien, el *análisis algebráico* nos va á permitir alcanzar ese *desideratum.* La hipótesis en que se basa el *método* consiste en *conocer la naturaleza de las materias reaccionantes* y la de *todas aquellas que deban producirse en la reacción,* de antemano conocida por la experiencia, *así como las respectivas fórmulas químicas de las substancias.* Con esos datos, y aplicando á cada *elemento* el axioma de que *el todo es igual al conjunto de sus partes,* y que *el número de elementos de cada especie es el mismo en uno y otro miembro de la igualdad,* variando únicamente en modo de agruparse, tenemos cuanto necesitamos para plantear y resolver el problema, el cual no comporta más dificultades que las

inherentes al *caso de análisis indeterminado de primer grado,* en que nos encontramos.

Para la generalidad de las reacciones, el método no ofrece dificultad; pero á fin de exponerlo ordenada y lo más completamente posible, distinguiremos varios casos, que esclareceremos con multitud de ejemplos.

Sea el primero, aunque no es el más sencillo, el de formular la reacción que tuvo en apuros á nuestro supuesto alumno.

Siendo desconocido el coeficiente de cada una de las moléculas reaccionantes y los correspondientes de las producidas por la reacción, los denotaremos con las últimas letras del alfabeto, como es costumbre designar las incógnitas, y así escribiremos la reacción en general de este modo simbólico:



$$x \,.\, I^2 + y \,.\, KOH = z \,.\, IK + u \,.\, IO^3K + v \,.\, H^2O \qquad (1)$$

Formemos ahora las ecuaciones de los elementos referidos al átomo y tendremos

$2x = z + u$, ecuación del yodo I referida al átomo.
$y = z + u$, ecuación del potasio K referida al átomo.
$y = 3u + v$, ecuación del oxígeno O referida al átomo.
$y = 2v$, ecuación del hidrógeno H referida al átomo.

Son, pues, *cuatro ecuaciones,* de primer grado con *cinco incógnitas,* lo que constituye un *sistema indeterminado,* y en tal virtud, susceptible de muchas soluciones. Escribamos las ecuaciones ordenadamente como sigue:

$$A \left\{ \begin{array}{lccccc} (1) & 2x & & -z & -u & & = 0 \\ (2) & & y & -z & -u & & = 0 \\ (3) & & y & & -3u & -v & = 0 \\ (4) & & y & & & -2v & = 0 \end{array} \right.$$

Obtendremos así el sistema A idéntico al formado por las ecuaciones atómicas.

Para resolverlo, deberemos eliminar incógnitas entre las ecuaciones del sistema dado, hasta llegar á una ecuación final que contendrá dos incógnitas.

Conviene en este caso empezar la eliminación por la $z$ ó la $v$, que son las indeterminadas que menos se repiten en las ecuaciones del sistema dado A.

Eliminamos la $z$ por *reducción* entre las ecuaciones (1) y (2), para lo cual restamos la (2) de la (1).

$$2x - z - u - [y - z - u] = 2x - z - u - y + z + u = 2x - y = 0.$$

El nuevo sistema equivalente al A se compondrá: de una de las ecuaciones (1) ó (2) entre las cuales se eliminó la $z$; de las siguientes ecuaciones (3) y (4), de que no se ha hecho uso; y de la ecuación $2x - y = 0$ procedente de la eliminación. Llamémosle B, y lo escribiremos así:

$$\text{B}\left\{\begin{array}{lllll} & 2x & & - z - u & = 0 \\ \text{B}'\left\{\begin{array}{l}(1)\\(2)\\(3)\end{array}\right. & \begin{array}{l} \\ \\ 2x - y\end{array} & \begin{array}{l} y - 3u - v \\ y \qquad - 2v \\ \end{array} & & \begin{array}{l} = 0 \\ = 0 \\ = 0\end{array}\end{array}\right.$$

El sistema B′ no contiene la incógnita $z$ eliminada entre la (1) y la (2). Se le llama el *sistema reducido* de B ó A.

En este sistema reducido, dicho así porque contiene una ecuación menor y una incógnita menos que el propuesto A, eliminemos la $v$, que es la indeterminada que ahora conviene eliminar para la mayor sencillez de los cálculos. Al efecto, multiplicamos la (1) por 2 y restamos de esa ecuación modificada la (2) como se indica:

$$2y - 6u - 2v - [y - 2v] = 2y - 6u - 2v - y + 2v = y - 6u = 0.$$

Formaremos un nuevo sistema equivalente al B, y por tanto, al A, escribiendo la primera ecuación (la separada) del B, la (1) ó la (2) del B′, y luego las ecuaciones $2x - y = 0$ (de que no se hizo uso) y la $y - 6u = 0$, que produjo la eliminación de la $v$, entre (1) y (2) de B′. Resulta así el sistema C y el reducido C′ con las mismas soluciones que el A, pero más sencillo.

$$\text{C}\left\{\begin{array}{ll} & 2x - z - u = 0 \\ & y - 2v = 0 \\ \text{C}'\left\{\begin{array}{l}(1)\\(2)\end{array}\right. & \begin{array}{l} 2x - y = 0 \\ y - 6u = 0\end{array}\end{array}\right.$$

$$\text{D}\left\{\begin{array}{ll} (1) & 2x - z - u = 0 \\ (2) & y - 2v = 0 \\ (3) & y - 6u = 0 \\ \text{D}'\ \{ & 2x - 6u = 0\end{array}\right.$$

En el sistema reducido C′ eliminamos la $y$ sumando la (1) con la (2), y sale $2x - 6u = 0$.

El nuevo sistema equivalente es ahora D.

El reducido del sistema D [éste, equivalente al C, al B, y al A] es ahora la ecuación única D′, $2x - 6u = 0$, que se llama la ecuación final.

Dicha ecuación puede simplificarse escribiéndola $x - 3u = 0$.

Conteniendo ella dos incógnitas, es indeterminada, y por tanto ofrece numerosas soluciones. Cabe, por lo pronto, expresar las $x$ en términos de $u$, y dará así: $x = 3u$. La (3) del mismo sistema D da $y = 6u$; la (2) $y = 2v$ ó $v = \frac{y}{2} = \frac{6u}{2} = 3u$; y por último, la (1) da $z = 2x - u = 2 \,.\, 3u - u = 6u - u = 5u$. Tenemos, pues, expresadas todas las incógnitas en función de la sola indeterminada $u$. Asignando á ésta valores que hagan enteros los de $x, y, z, v$, tendremos varios sitemas de valores para los coeficientes de la ecuación simbólica (1): pero el valor de $u$, que permitiría obtener los más pequeños coeficientes, es $u = 1$. Con este valor se tiene

$$x = 3 \,.\, u = 3 \,.\, 1 = 3;\ y = 6u = 6 \,.\, 1 = 6;\ z = 5u = 5 \,.\, 1 = 5,$$
$$u = 1,\ v = 3u = 3 \,.\, 1 = 3$$

y la reacción mínima será



$$3I^2 + 6 \,.\, KOH = 5 \,.\, IK + IO^3K + 3H^2O.$$

Se dirá que el procedimiento es larguísimo; pero ello es debido en general á que en su explicación no hemos omitido detalles, con objeto de que lo puedan comprender y utilizar aún aquellas personas que no posean grandes conocimientos algebráicos.

Por otra parte, á menudo las ecuaciones atómicas ponen, sin necesidad de resolverlas, á la inteligencia en la vía que conduce por sencillos tanteos al establecimiento de la reacción.

Así las ecuaciones atómicas primitivas nos dicen que las cantidades $x$ é $y$, varían del simple al doble (comparando las dos primeras), que la cantidad $y$ de hidrato es doble de la del agua, lo que implica que $y$ sea número par. Como $y = 3u + v$, $v$ y $u$ deben ser números impares; $z$ y $u$ deben ser números de la misma paridad, según la (2) (ambos pares ó ambos impares); y como sabemos que $u$ es impar, $z$ debe serlo también, etc.

El ejemplo precedente puede considerarse como tipo de una serie de reacciones análogas en que intervienen los mismos coeficientes.

Así, si se tratara de obtener el *bromuro potásico,* partiendo del *bromo,* el cálculo hecho nos conduciría á la fórmula



$$3Br^2 + 6KOH = 5BrK + BrO^3K + 3H^2O$$

cuyo paralelismo con la de



$$3I^2 + 6KOH = 5IK + IO^3K + 3H^2O$$

salta á la vista. Este paralelismo se conserva hasta en el *modus operandi,* que es rigurosamente igual en uno y otro caso.

Si lo que nos propusiéramos obtener fuera el *clorato potásico,* partiendo del *cloro,* hallaríamos



$$3Cl^2 + 6KOH = 5KCl + ClO^3K + 3H^2O$$

de modo que la resolución de las ecuaciones atómicas correspondientes á uno cualquiera de estos tres ejemplos sería válida para los otros dos.

Con la resolución del problema que nos ocupa podríamos distinguir, del punto de vista matemático, tres casos principales, á saber :

1° Que las ecuaciones atómicas sean en igual número que las incógnitas á determinar ;

2° Que las ecuaciones atómicas sean en número inferior en una unidad al de las incógnitas ;

3° Que las ecuaciones atómicas sean excedidas por el número de incógnitas en dos ó más unidades.

El primero y segundo caso no comportan diferencia substancial ; si bien, cuando las ecuaciones son en igual número que las incógnitas, pudiéramos pensar en que se trata de sistemas determinados, la naturaleza del problema y la práctica de las operaciones de eliminación prueban que la cuestión corresponde á sistemas indeterminados necesariamente.

Estos dos primeros casos no presentan dificultades para su resolución ; el álgebra elemental basta suficientemente para ellos, comprendiendo y explicando multitud de reacciones químicas, como veremos. El tercer caso es más complicado y quizá exija entrar en algunas consideraciones de análisis algebráico para mejor inteligencia. Él nos permitirá comprobar reacciones complicadas y explicar otras de que, hablando los autores, se han olvidado ó no han podido llegar á formular. Por tales resultados llegaremos á darnos cuenta de la importancia que inviste el problema que nos proponemos dilucidar, solicitando la hospitalidad de la publicación y la paciencia de los lectores para honrarnos con la lectura de nuestras disquisiciones químicas.

Buenos Aires, abril de 1914.

ÁNGEL PÉREZ.

INFLUENCIA DE LA PRESION Y TEMPERATURA

SOBRE

# LOS FENÓMENOS DE DISOCIACIÓN

---

## I

### LAS CONFUSIONES QUE ORIGINA LA NOCIÓN DE VELOCIDAD DE REACCIÓN

La noción de velocidad de reacción en físicoquímica es el origen de muchas dificultades.

Por otra parte, no conozco cuestión, en apariencia más sencilla, que haya tenido el privilegio de ser rodeada de tanto misterio, en razón de la actitud tomada por cierta escuela, cuyos decretos parecen obedecer á órdenes superiores y tener por objeto comunicarnos unos dogmas de esencia intangible, que resultan como una *revelación* substituída á la discusión y al raciocinio científicos.

Tomemos como punto de partida los principios; supongamos, pues, un cuerpo que va disociándose en otros dos, por ejemplo, bajo la influencia de las variaciones de temperatura. Sea $y$ la masa del cuerpo, $dy$ la masa disociada durante el instante $dt$. Los químicos han dado al cociente $\frac{dy}{dt}$ el nombre de *velocidad de reacción*.

Ahora bien, aquí se presenta una primera dificultad: en mecánica la velocidad se refiere al movimiento, quedando siempre igual á la derivada con respecto al tiempo del espacio recorrido por un punto material en su trayectoria á una época dada. Representa el coefi-

ciente angular de la tangente á la curva de los espacios, referidos al tiempo, en un punto de esta curva, cuya abscisa es igual á la época considerada.

¿ Con qué derecho, pues, los químicos habrán dado el nombre de velocidad de reacción á la derivada $\frac{dy}{dt}$, cuando $y$ no representa á ningún espacio, sino á la masa de un cuerpo en reacción ? Á mi parecer esta designación no se encontraba justificada, y habría sido mucho más correcto decir que la derivada $\frac{dy}{dt}$ expresa el cociente de la masa infinitamente pequeña disociada por el tiempo infinitamente pequeño correspondiente. Dejada á un lado la noción de velocidad, que no tiene nada que ver con una reacción, cuando no se aplica al movimiento real de las moléculas, los químicos se habrían ahorrado muchas querellas, discusiones, y especialmente equivocaciones, en la lucha entre los que tienen la tendencia de proseguir el paralelismo con la mecánica hasta los límites más extremos, y los que, aunque la admitan en cuanto á la velocidad, se niegan á prolongarlo por aquellas razones misteriosas de que hablé más arriba.

El desacuerdo se manifiesta tan pronto como á los partidarios de la extensión se les ocurre la idea de introducir la derivada segunda :

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{dv}{dt}$$

siendo $v$ la función que los mismos adversarios designan con el nombre de velocidad de reacción. Esta introducción tiene por efecto exasperar á estos últimos, cuya irritación ya no tiene límite cuando sus opositores se animan á llamar á la derivada segunda *aceleración de reacción*. Confieso que no me es dable comprender cómo, mientras se admite sin discusión la palabra incorrecta de velocidad, se protesta tan enérgicamente y con tanta indignación contra la ni más ni menos impropia de aceleración. Ahora bien, no vayamos á creer que estas protestas tienen por fundamento el hecho de que la velocidad de reacción química sea constante, en cuyo caso no se podría hablar de aceleración. En efecto, no hay reacción uniforme, y la velocidad resulta siempre variable. Ahora bien, cada vez que varía una función tenemos interés en estudiar su derivada, pues sola nos da á conocer la ley de variación de aquélla, exceptuándose, por supuesto, las funciones monstruosas y anómalas que no tienen deri-

vada y cuyo estudio depende del *cálculo funcional;* pero los químicos, que yo sepa, nunca sostuvieron que la velocidad de reacción había de ser clasificada entre las funciones que carecen de derivada. Resulta que, sin duda alguna, el uso de la derivada segunda $\frac{d^2y}{dt^2}$ se encuentra perfectamente justificado, del punto de vista matemático y químico. ¿Cómo explicaremos entonces el *non possumus* con que se oponen *ex cathedra* á la introducción de aquella derivada segunda? Para mí, la explicación se halla precisamente en el abuso de lenguaje cometido por aquellos mismos que la rechazan y complicado con un error real acerca de la noción mecánica de aceleración. Por otra parte, estoy convencido de que, si la palabra *velocidad de reacción* nunca hubiera sido pronunciada, no tendríamos ahora que entrar en pelea á propósito de la cuestión en tela de juicio. En efecto, hay palabras desgraciadas que tienen el privilegio, con el pretexto de simplificar, de enredarlo todo, dando lugar á dificultades inextricables de esencia más bien ficticia que real. Tal es la palabra calor que obstaculizó durante unos siglos todo progreso en la parte de la física dedicada al estudio de los fenómenos caloríficos.

Supongamos, pues, que hayan conservado á la derivada $\frac{dy}{dt}$ su significación meramente química, sin pretender darle una apariencia de sentido mecánico; muy pronto se hubieran enterado de que el valor de esta derivada varía con el tiempo, y ninguno encontraría dificultad en valerse de ella. Pero han querido dar á $\frac{d^2y}{dt^2}$ el nombre de aceleración, y esta palabra fué la señal de la discordia. Todos han recordado, en efecto, que en mecánica se llama *aceleración total* de un punto material al cociente de la velocidad adquirida elemental por la diferencial del tiempo, y se produjo un concierto de protestas basadas en el hecho de que en química no hay velocidad adquirida elemental. Según Duhem, como lo mostré en un artículo anterior (1), toda reacción lleva á un estado de equilibrio con una velocidad de reacción *igual á cero.* Puse en evidencia, por otra parte (2), los esfuerzos analíticos y las complicaciones de hipótesis puestas en juego por el eminente físico para tratar de justificar aquel principio. No

(1) *Las derivadas segundas con respecto al tiempo en la cinética química. Anales de la Sociedad científica argentina,* tomo LXXVII, página 165. Marzo-abril, 1914.

(2) Loc. cit., páginas 169 y siguientes.

tengo aquí que insistir otra vez, pues ya observé que todo fenómeno, falso ó cierto, se puede explicar siempre mediante un número suficiente de hipótesis y funciones auxiliares, cuya abundancia llega á desnaturalizar lo que ha de ser la misma esencia de toda teoría física. Todos los adversarios de la derivada segunda, como Duhom, parecen atribuír al principio señalado por él igual importancia.

El primer gesto que les ocurre es asir un trozo de tiza y pintar en la pizarra un péndulo destinado á representar la reacción, mostrando en seguida que dicho péndulo, puesto en movimiento en un ambiente viscoso, alcanza sin velocidad su posición de equilibrio vertical. Conforme estoy, siempre que el grado de viscosidad se calcule de tal modo que el péndulo no se detenga antes de haber alcanzado dicha posición límite. ¿Qué demuestra aquel dibujo transformado en el argumento principal y misterioso de nuestros adversarios ?. ¿ Con ello tratarán de probar que si la velocidad acaba por ser nula no ha variado ? Muy al contrario, pues por el frotamiento pasa de un valor inicial dado al valor cero. ¿ Podrán afirmar que aquel frotamiento modifica las leyes de la gravedad porque transforma el movimiento pendular en otro no periódico ?

Tenemos que reponer las cosas en su lugar, en la hipótesis de que la derivada $\frac{dy}{dt}$ se anula cuando el sistema alcanza un estado de equilibrio químico falso ó verdadero. Por lo pronto, la aceleración aparece con toda evidencia, precisamente porque se anula la velocidad, y tenemos interés en saber cómo y por qué acaba por anularse. Ahora bien, para ello podemos valernos de un recurso que se impone al espíritu y consiste en el estudio de la derivada segunda. Imaginemos un proyectil disparado verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial calculada para que se eleve hasta una altura máxima de 300 metros. La alcanzará con una velocidad nula, precisamente en virtud de la aceleración negativa del movimiento. Ahora bien, ¿ diremos que es sin objeto estudiar la aceleración de la gravedad porque el proyectil llega á los 300 metros con una velocidad nula ?

En resumen, en la hipótesis de que conservamos la palabra velocidad de reacción, la aceleración de reacción, igual, sin duda, á la derivada de aquella velocidad con respecto al tiempo, no ha de ser rechazada *como aceleración* si queremos estudiar las variaciones de la misma velocidad. Y por esto me quedo muy perplejo cuando oigo decir por investigadores muy distinguidos que la derivada $\frac{d^2y}{dt^2}$

no ofrece ninguna utilidad y no puede enseñarnos nada de nuevo.

Mi inteligencia no alcanza á entender toda la delicadeza del pensamiento profundo y misterioso de aquellos investigadores, ó bien he de creer que su idea dominante consiste en que la reacción, en virtud de la nulidad de la velocidad, llega á la posición de equilibrio y se detiene *sin pasar por una serie de oscilaciones alrededor de esta posición.* En pocas palabras, lo que les parece esencial es que dicha posición está alcanzada sin velocidad adquirida, de lo cual deducen la ineficacia de la noción de aceleración, cuya existencia llegan á negar, confundiendo de este modo aquella velocidad adquirida *nula* con la *velocidad adquirida elemental,* que sirve de fundamento á la definición de la aceleración total.

Otro argumento consiste en decir que las reacciones químicas *no tienen historia;* si así fuera, serían dichosas como los pueblos que carecen de ella. Pero ¿qué entienden con esto? Para tratar de enterarnos de la idea, diremos que cada posición de equilibrio está conseguida con una velocidad nula; por lo tanto, no importan nada á nuestro conocimiento los valores que haya tomado anteriormente aquella velocidad, pues al partir del estado de equilibrio alcanzado, la velocidad de reacción es siempre nula, lo que significa que no depende sino del estado actual del sistema. Ahora bien, nuestro proyectil que considerábamos más arriba, al llegar á su altura máxima para emprender otra vez su carrera hacia el suelo, no tiene tampoco historia anterior, y la velocidad que está por tomar quedará siempre determinada por su estado actual, ó sea por su energía potencial. Se podrá decir otro tanto de todo sistema que parte del estado de reposo relativo bajo la acción de una fuerza conocida. El estado del universo, como se sabe, depende á cada instante de un número muy grande de ecuaciones diferenciales que, si fuesen conocidas, determinarían el estado futuro del mismo á una época inmediatamente consecutiva. Si conocemos las velocidades actuales de los planetas en sus órbitas, sus posiciones y velocidades iniciales, siempre podemos fijar sus posiciones actuales. ¿Será ésto lo que llaman la historia anterior? Si así es, entre dos estados de equilibrio nuestro sistema químico tendrá también su historia que dependerá de la velocidad actual de reacción y del valor de ésta, inmediatamente anterior, ó sea de la aceleración ó derivada segunda. Entonces ¿hemos de declarar que los diferentes estados por los cuales pasa el sistema entre dos estados de equilibrio no ofrecen interés científico ninguno, teniendo el sabio que contentarse con fijar su

atención en los equilibrios por ser en ellos la velocidad de reacción nula ?

Me parece haber demostrado de una manera suficiente todo el interés que ofrece el estudio de la derivada segunda con respecto al tiempo en las reacciones químicas; este estudio nos permite proseguir el paralelismo con la imagen de la aceleración de reacción sacada de la mecánica. Pero ¿ significa ésto que hemos de prolongar hasta el extremo límite esta comparación, escribiendo, por ejemplo, las ecuaciones del movimiento de reacción y aplicando á estas ecuaciones ficticias el principio de los trabajos virtuales ó de d'Alembert, las ecuaciones de Lagrange, las de Hamilton, etc. ? No, sin duda ninguna, pues no olvidaremos que nos encontramos en un terreno en que la imaginación desempeña un papel principal, que no se trata efectivamente de un movimiento mecánico y que aquella velocidad de reacción es una ilusión debida á la imaginación poco acertada de los que se han creído facilitar las cosas con un nombre dado á la derivada $\frac{dy}{dt}$.

Pero, en compensación, tenemos un campo de exploración casi ilimitado en el movimiento molecular y la teoría cinética de los gases. Reservemos, pues, el uso de los términos y fórmulas de la dinámica para el estudio de los movimientos supuestos reales de las moléculas en reacción, y, con el auxilio del cálculo de las probabilidades, podremos obrar en un terreno mucho más seguro, porque allí estudiaremos movimientos verdaderos. Esta vía fué la que eligió mi amigo y colega Horacio Damianovich, vía en la cual penetré también varias veces (1). Me propongo proseguir mis investigaciones en el mismo sentido y ocuparme en el presente artículo de la influencia de la presión y temperatura ssbre los fenómenos de disociación.

(1) Véase *Anales de la Sociedad científica argentina*, 1914. Enero-febrero, página 49, marzo-abril, página 165, y mayo-junio, página 285.

## II

### INFLUENCIA DE LA PRESIÓN

En una memoria anterior (1) estudié la probabilidad de la unión química de un átomo de gas con otro idéntico, y, representando por $n_1$ el número de los átomos libres, por $2n_2$ el de los átomos que han quedado ligados químicamente y por V el volumen del gas, llegué á la relación:

$$n_1^2 k = 2n_2 V \quad (2) \qquad (1)$$

en la cual $k$ tiene por expresión:

$$k = \int \frac{d\omega d\lambda}{4\pi} e^{2h\chi}$$

designando $d\omega$ al elemento del espacio crítico $\omega$, y $d\lambda$ al elemento de la superficie $\lambda$ determinada en la esfera E concéntrica á la de protección del átomo y de radio igual á la unidad, siendo $h$ igual á:

$$\frac{1}{2MRT}$$

designando R á la constante de los gases, M á la masa del átomo de hidrógeno, T á la temperatura absoluta y $\chi$ al trabajo necesario para alejar los dos átomos de su posición de unión química á una distancia bastante grande para que se anulen sus acciones mutuas.

Recordaré que, para definir los números $n_1$ y $n_2$ tuve que excluír el átomo que designaba con el nombre de *átomo especialmente considerado;* pero, como aquellos números son muy grandes con respecto á la unidad, la relación (1) quedará verificada si $n_1$ designa de un modo general *al número total de los átomos no ligados* del gas, ó sea

(1) *La teoría cinética de los gases aplicada á la unión de dos átomos idénticos y á la combinación de dos átomos monovalentes distintos* (*Anales*, enero-febrero, 1914, página 49).

(2) Loc. cit., página 57.

de las moléculas simples, y $n_2$ al número de todos los pares de átomos ó moléculas compuestas.

Sabemos que $a$ (1) representa el número de todos los átomos del gas y luego se tiene:

$$n_1 + 2n_2 = a$$

de donde

$$2n_2 = a - n_1$$

y substituyendo en la relación (1)

$$n_1^2 k - 2n_2 \mathrm{V} = 0$$

$$n_1^2 k - a\mathrm{V} + n_1 \mathrm{V} = 0$$

$$n_1^2 + \frac{n_1 \mathrm{V}}{k} - \frac{a\mathrm{V}}{k} = 0$$

$$n_1 = -\frac{\mathrm{V}}{2k} \pm \sqrt{\frac{\mathrm{V}^2}{4k^2} + \frac{\mathrm{V}a}{k}} \tag{2}$$

siendo el signo + el único admisible para que $n_1$ resulte positivo.

Designemos ahora por G la masa total del gas, por $m_1$ la de un átomo y tendremos:

$$am_1 = \mathrm{G}$$

$$a = \frac{\mathrm{G}}{m_1}, \tag{3}$$

de modo que el número total de los átomos disociados ó químicamente ligados, contenidos en la unidad de masa, resulta:

$$\frac{a}{\mathrm{G}} = \frac{1}{m_1}. \tag{4}$$

Por último, el volumen específico $v$, ó sea el volumen de la unidad de masa del gas en parte disociado á la temperatura y presión consideradas, tendrá por expresión:

$$v = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{G}} \tag{5}$$

(1) Loc, cit., página 52.

y el *grado de disociación q,* ó sea la razón del número de los átomos no ligados ó disociados con el número total de todos los átomos, será dado por la relación:

$$q = \frac{n_1}{a}. \tag{6}$$

Para simplificar, pongamos

$$K = \frac{k}{m_1} = \frac{1}{m_1}\int \frac{d\omega d\lambda}{4\pi} e^{2h\chi} \tag{7}$$

de modo que la ecuación (6) se convierta en

$$q = -\frac{Vm_1}{2kG} \pm \sqrt{\frac{V^2 m_1^{\,2}}{4k^2G^2} + \frac{Va}{ka^2}},$$

como $\frac{m_1}{k} = \frac{1}{K}$, se tiene

$$q = -\frac{V}{2KG} + \sqrt{\frac{V^2}{4K^2G^2} + \frac{Vm_1}{kG}} = -\frac{V}{2KG} + \sqrt{\frac{V^2}{4K^2G^2} + \frac{V}{KG}}$$

y, teniendo en cuenta la relación

$$\frac{V}{G} = v,$$

resulta por último

$$q = -\frac{v}{2K} + \sqrt{\frac{v^2}{4K^2} + \frac{v}{K}}. \tag{8}$$

Ahora tengo que hacer una observación acerca de la orientación. Si dos átomos aislados llegan casualmente á encontrarse de modo que sus *dominios sensibles* se penetren mutuamente (1), la pequeñez de estos dominios y la gran velocidad relativa de los átomos, que no puede sino crecer por la acción de las fuerzas químicas, han de tener por efecto que, en la mayor parte de los casos, la duración de la penetración mutua de los dominios sensibles, á la cual daré el nombre de *unión química impropia,* es muy pequeña con relación al tiempo

(1) Loc. cit., página 51.

medio que transcurre entre dos choques consecutivos de un átomo dado. Por consiguiente, la energía del par de átomos resulta suficiente para que los dos átomos consigan separarse otra vez.

Sea lo que sea, podemos tener por cierto que el número de aquellos átomos en unión impropia es infinitamente pequeño con relación á $a$, pues no quedan el uno cerca del otro sino durante un tiempo sumamente pequeño. Luego hasta si $n_2$ no resulta muy pequeño con respecto á $a$, aquellos átomos han de contribuír á formar el número $n_2$ sólo en una proporción infinitamente pequeña.

Observaremos que sólo la transformación de la fuerza viva del centro de gravedad del átomo, cuando, por ejemplo, origina una rotación del mismo alrededor de un eje, un movimiento interno ó un cambio de éste, podría dar origen á un encuentro de duración algo mayor, siempre que no se considerasen, en contra de la hipótesis de Clausius, los átomos como esferas rígidas. Designaré esta clase de unión con el nombre de *primera especie de unión química propia.*

Por fin, la intervención de un tercer átomo simple, ó de un par de átomos ya ligados, mientras los dominios sensibles de otros dos están penetrándose mutuamente, podría disminuír la energía en una proporción tan grande que ya no bastaría para que los dos átomos vuelvan á separarse. Quedarían, pues, unidos, al menos hasta otro encuentro; á esta clase de unión le daré el nombre de *segunda especie de unión química propia.*

En todos los casos en que el cálculo prueba que el número $n_2$ de pares de átomos ligados no resulta infinitamente pequeño con relación al número total $a$ de los átomos, numerosos átomos han de permanecer mucho tiempo unidos dos á dos.

Ahora bien, la ventaja principal de la fórmula general consiste en permitir el cálculo del número de los pares de átomos químicamente ligados, sin que se precise tener en cuenta el modo de empezar la unión ó la forma en que los átomos se separan. En resumen, cuando el número $n_2$ de los pares de átomos, definido por el cálculo, no resulta muy pequeño, la unión de los dos átomos, para todos los pares, menos unas cuantas excepciones muy poco numerosas, tiene mayor duración y, por lo tanto, aquellos pares se pueden considerar como *moléculas,* en el sentido que atribuye á esta palabra la teoría cinética de los gases.

Luego, si queremos calcular la presión, hemos de encarar las cosas como si se tratara de una mezcla de dos gases, siendo la molécula del uno monoatómica y la del otro biatómica.

Ahora bien, la presión total de una mezcla gaseosa, si designamos por $\overline{c_1^2}$, $\overline{c_2^2}$, $\overline{c_3^2}$ ..., por $m_1$, $m_2$, $m_3$, ..., los cuadrados medios de las velocidades de los centros de gravedad de las distintas clases de moléculas y sus masas, y por $n_1$, $n_2$, $n_3$, ..., los números de moléculas de cada clase, tiene por expresión en la teoría cinética:

$$p = \frac{n_1 m_1 \overline{c_1^2} + n_2 m_2 \overline{c_2^2} + n_3 m_3 \overline{c_3^2} + \ldots}{3V} \tag{9}$$

Por otra parte, si M es la masa de una molécula del gas normal, $c^2$ el cuadrado medio de su velocidad á la temperatura T, siendo el peso molecular de uno de los gases considerados:

$$\mu h = \frac{m}{M} h,$$

si se toma el peso molecular del gas normal igual á 1, se tiene:

$$m_1 \overline{c_1^2} = m_2 \overline{c_2^2} = \ldots = M\overline{C^2} = 3MRT = \frac{3}{2h}$$

según una fórmula conocida.

En el caso actual, se deduce

$$p = \frac{MRT}{V}(n_1 + n_2). \tag{10}$$

Pero tenemos

$$2n_2 = a - n_1$$

$$n_2 = \frac{a - n_1}{2},$$

de donde

$$n_1 + n_2 = n_1 + \frac{a - n_1}{2} = \frac{2n_1 + a - n_1}{2} = \frac{a + n_1}{2}$$

y por lo tanto

$$p = \frac{a + n_1}{2V} MRT$$

y como se tiene

$$\frac{n_1}{a} = q,$$

de donde

$$n_1 = aq,$$

resulta

$$p = \frac{a + aq}{2V} \, MRT = (1 + q) \frac{a}{2V} \, MRT,$$

lo que se puede escribir

$$p = (1 + q) \frac{am_1}{2V} \cdot \frac{M}{m_1} \, RT.$$

Por otra parte, tenemos

$$v = \frac{V}{G} \quad , \quad G = am_1$$

de donde

$$v = \frac{V}{am_1} \quad , \quad \frac{am_1}{V} = \frac{1}{v},$$

lo que da substituyendo

$$p = (1 + q) \frac{1}{2r} \frac{M}{m_1} \, RT,$$

y teniendo en cuenta

$$\frac{m_1}{M} = \mu_1 \qquad \text{ó} \qquad \frac{M}{m_1} = \frac{1}{\mu_1},$$

resulta

$$p = \frac{1 + q}{2\mu_1 v} \, RT. \tag{11}$$

Ahora podríamos substituír en la relación (11) el valor de $q$

$$q = -\frac{v}{2K} + \sqrt{\frac{v^2}{4K^2} + \frac{v}{K}}$$

y tendríamos así la presión en función del volumen específico $v$ y de T, pues la cantidad $K = \frac{k}{m_1}$ es también función de la temperatura. Pero la experiencia directa puede suministrarnos la relación entre $p$, $v$ y T, y los químicos admiten que el grado de disociación $q$ es función de $p$ y T.

Empezaremos, pues, por transformar la expresión de $q$ por una elevación al cuadrado, lo que nos dará sucesivamente :

$$q^2 = \frac{v^2}{4K^2} + \frac{v^2}{4K^2} + \frac{v}{K} - \frac{v}{K}\sqrt{\frac{v^2}{4K^2} + \frac{v}{K}}$$

$$q^2 = \frac{v^2}{2K^2} + \frac{v}{K}\left(1 - \sqrt{\frac{v^2}{4K^2} + \frac{v}{K}}\right)$$

$$\sqrt{\frac{v^2}{4K^2} + \frac{v}{K}} = q + \frac{v}{2K}$$

$$q^2 = \frac{v^2}{2K^2} + \frac{v}{K}\left(1 - q - \frac{v}{2K}\right) = \frac{v^2}{2K^2} + \frac{v}{K}(1 - q) - \frac{v^2}{2K^2},$$

y, por último :

$$q^2 = \frac{v}{K}(1 - q). \tag{12}$$

Multipliquemos ahora las relaciones (11) y (12) ordenadamente y tendremos

$$pq^2 = \frac{1 - q^2}{2\mu_1 vK} vRT = \frac{RT}{2\mu_1 K}(1 - q^2)$$

$$q^2 = \frac{RT}{2\mu_1 Kp}(1 - q^2)$$

lo que da efectuando

$$2\mu_1 Kpq^2 = RT - RTq^2$$

$$q^2(2\mu_1 Kp + RT) = RT$$

$$q^2 = \frac{RT}{RT + 2\mu_1 Kp} = \frac{1}{1 + \frac{2\mu_1 Kp}{RT}}$$

$$q = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{2\mu_1 Kp}{RT}}} \tag{13}$$

La expresión (13) nos da el grado de disociación en función de la presión, si se supone constante la temperatura.

Podemos también introducir este valor de $q$ en la relación (11) y así tendríamos el volumen específico $v$ en función de $p$, T y K. Tendríamos sucesivamente

$$2\mu_1 vp = \mathrm{RT} + \mathrm{RT}\sqrt{\frac{1}{1 + \frac{2\mu_1 \mathrm{K}p}{\mathrm{RT}}}}$$

$$2\mu_1 vp = \mathrm{RT} + \sqrt{\frac{\mathrm{R}^2\mathrm{T}^2}{1 + \frac{2\mu_1 \mathrm{K}p}{\mathrm{RT}}}}$$

$$v = \frac{\mathrm{RT}}{2\mu_1 p} + \sqrt{\frac{\mathrm{R}^2\mathrm{T}^2}{4\mu_1^2 p^2 + \frac{8\mu_1^3 \mathrm{K}p^3}{\mathrm{RT}}}}$$

$$v = \frac{\mathrm{RT}}{2\mu_1 p}\left(1 + \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{2\mu_1 \mathrm{K}p}{\mathrm{RT}}}}\right). \qquad (14)$$

III

INLUENCIA DE LA TEMPERATURA

Discutiré primero la expresión (7) que da la magnitud de K:

$$\mathrm{K} = \frac{k}{m_1} = \frac{1}{m_1}\int \frac{d\omega d\lambda}{4\pi} e^{2h\chi} \qquad (7)$$

Sabemos que se tiene por otra parte

$$h = \frac{1}{2\mathrm{MRT}}$$

y por consiguiente

$$\mathrm{K} = \frac{1}{m_1}\int \frac{d\omega d\lambda}{4\pi} e^{\frac{\chi}{\mathrm{MRT}}} \qquad (15)$$

ó sea, en todos los casos, una función pura de la temperatura. Resulta,

por lo tanto, que, á temperatura constante, K es también constante, y las expresîones (8), (11) y (13) nos dan inmediatamente la relación entre $p$ y $v$, y también la relación que suministra la magnitud de $q$ en función de las mismas variables, lo que, como aparece claramente, no introduce sino una sola constante nueva K que ahora es menester determinar.

En vista de que la fórmula (15) contiene la temperatura bajo el signo $\int$, no podemos conseguir inmediatamente, por un procedimiento sencillo, la relación que da la influencia sobre K de la temperatura. Por esto mismo hemos de hacer otra hipótesis en cuanto al modo de que la función $\chi$ depende del grado de penetración de los dos dominios sensibles. Sabemos que dicha función representa el trabajo necesario para alejar dos átomos ligados á una distancia suficiente para que ya no ejerzan acción sensible el uno sobre el otro. Con el fin de no extraviarme en hipótesis muy vagas, me contentaré con discutir la más sencilla de todas, según la cual $\chi$ tiene siempre un valor constante cuando dos átomos están unidos químicamente, ó sea, por lo general tan pronto como los dos dominios sensibles se penetran mutuamente, pudiendo la penetración resultar más ó menos profunda. Esto se verificaría si una atracción idéntica y poderosa llegara á producirse entre los dos átomos en el mismo instante en que los dominios sensibles se tocaran, y si la misma atracción se volviera nula, tan pronto como los dominios sensibles penetraran algo más profundamente el uno en el otro.

Con este modo de encarar las cosas, $\chi$ resultaría el trabajo constante de separación de los dos átomos unidos químicamente, ó recíprocamente, el *trabajo efectuado por la fuerza de atracción química, cuando los mismos llegan á unirse químicamente.*

Si todos los átomos contenidos en la unidad de masa del gas, cuyo número es $\frac{a}{G}$, resultan libres al principio para después unirse dos á dos, de modo que formen $\frac{a}{2G}$ pares de átomos, habrá para esto que suministrar un trabajo dado por la expresión

$$\frac{a\chi}{2G} = \Delta,$$

esta cantidad $\Delta$ representando en unidades mecánicas el calor total de polimerización, ó, inversamente, de disociación de la unidad de

masa del gas. Luego se tiene

$$\chi = \frac{2G\Delta}{a},$$

de donde

$$\frac{\chi}{MRT} = \frac{2G\Delta}{aMRT}.$$

y como se tiene

$$\frac{G}{M} = \mu_1,$$

resulta

$$\chi = \frac{2\Delta\mu_1}{RT}. \qquad (16)$$

Ahora bien, la función exponencial ya puede ser considerada como constante, y por lo tanto, puede ser sacada fuera del signo $\int$, lo que nos autoriza á escribir:

$$K = e^{\frac{2\mu_1\Delta}{RT}} \frac{1}{m_1} \int \frac{d\omega d\lambda}{4\pi}, \qquad (17)$$

expresión en la cual $2\mu_1$ representa lo que los químicos llaman la *masa de una molécula,* y, por consiguiente, $2\mu_1\Delta$ *es el calor de disociación de una molécula gramo.*

Observemos que, representando $e^{h\chi}$ la probabilidad de formación de un grupo cualquiera de átomos, es evidente que ningún grupo puede dar á $\chi$ un orden de magnitud infinitamente grande, ó sea de orden superior al de un logaritmo, pues en caso contrario, la probabilidad del grupo resultaría infinitamente grande del orden de $e^{\chi}$, ó sea bastante grande para que los átomos no puedan nunca separarse. En estas condiciones $\chi$ puede ser una función cualquiera de la posición de los átomos, y el resultado será siempre igual, desde el punto de vista cualitativo, si en todos los casos se toma para $\chi$ el promedio de sus valores correspondientes á todas las posiciones posibles. Ahora bien, se ve que, si se adopta este procedimiento, se vuelve á encontrar la relación (17), lo que ha de robustecer nuestra hipótesis, pues esta relación presenta en el caso más general grandes probabilidades de exactitud.

Adoptaremos está manera de considerar el problema: $\chi$ es constante, y, por lo tanto, ningún trabajo molecular interno está sumi-

nistrado en el movimiento relativo de dos átomos unidos químicamente, mientras permanecen ligados. Pero la fuerza viva media, á temperatura igual, guarda siempre el mismo valor, estando los átomos unidos químicamente ó no. Resulta que, á incrementos iguales de temperatura, han de corresponder también aumentos iguales de la fuerza viva media, y que el calor específico queda igual si $\chi$ es constante, sin que pueda influir la unión de los dos átomos ó su estado libre. Con este calor específico, entiendo el calor específico antes de principiar ó acabar la disociación, lo que significa que, si el grado de disociación experimenta un cambio, no hay que tener en cuenta el calor de disociación en el cálculo del calor específico.

Ya sentados los principios anteriores, cuya naturaleza es asaz delicada, pongamos para abreviar:

$$\alpha = \frac{2\mu_1 \Delta}{R} \tag{18}$$

$$\beta = \frac{1}{m_1}\int\int \frac{d\omega d\lambda}{4\pi} = \frac{1}{m_1}\int \frac{\lambda d\omega}{4\pi} \tag{19}$$

$$\gamma = \frac{2\mu_1}{R}\frac{1}{m_1}\int \lambda \frac{d\omega}{4\pi} = \frac{2\mu_1}{R}\beta \tag{20}$$

Recordaremos que $\lambda$ designa la porción de superficie de la esfera E, de radio igual á 1, que el punto L no puede abandonar (1) sin que la unión química quede destruída, cuando el centro del otro átomo se encuentra ubicado dentro del espacio $d\omega$.

(1) Loc. cit., figura página 51.

Ahora bien, podemos referirnos á la relación (13)

$$q = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{2\mu_1 Kp}{RT}}} \tag{13}$$

é introducir en ella los valores de K, $\alpha$, $\beta$ y $\gamma$ sacados de las expresiones (17), (18), (19) y (20), lo que nos dará sucesivamente

$$\frac{2\mu_1}{R} = \frac{\gamma}{K} e^{\frac{2\mu_1 \Delta}{RT}}$$

$$\frac{2\mu_1 K}{R} = \gamma e^{\frac{2\mu_1 \Delta}{RT}}$$

$$\frac{2\mu_1\Delta}{RT} = \frac{\alpha}{T}$$

$$\frac{2\mu_1 Kp}{RT} = \frac{\gamma p}{T} e^{\frac{\alpha}{T}},$$

y, por último :

$$q = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{\gamma p}{T} e^{\frac{\alpha}{T}}}} \tag{21}$$

Si el grado de disociación está dado por la experiencia en función de $p$ y T, las dos constantes $\alpha$ y $\gamma$ se podrán determinar mediante esta última relación. Del valor de $\alpha$, conseguido de este modo, se deducirá inmediatamente el del producto $2\mu_1\Delta$, ó sea del calor de disociación, y también el calor de polimerización $\Delta$ de la unidad de masa del gas. En cuanto á $\beta$ (19), se podrá sacar de $\gamma$ mediante la relación (20). Esta última cantidad tiene una significación molecular notable. En efecto, para cada elemento de volumen $d\omega$ del espacio crítico que corresponde á un átomo, el punto L (1), para que haya unión química, ha de hallarse en cierta región de la superficie $\lambda$ que pertenece á la esfera E. Ahora bien, podemos ya no tener en cuenta el volumen total de cada elemento $d\omega$ de un espacio crítico, sino sólo la fracción de dicho volumen que se obtiene multiplicándolo por el factor $\frac{\lambda}{4\pi}$ que figura dentro del signo $\int$ en la relación (19). Designaremos, pues, aquella fracción de $d\omega$ con el nombre de *volumen reducido del elemento*. Con esto la integral :

$$\int \frac{\lambda d\omega}{4\pi}$$

representará la suma de los volúmenes reducidos de todos los elementos del espacio crítico, que corresponden á un átomo, y podremos designarlo más sencillamente con el nombre de *volumen reducido del espacio crítico*. Por último, en vez de decir que el centro del segundo átomo está ubicado en el elemento $d\omega$, estando el punto L al propio tiempo en la superficie $\lambda$ correspondiente, diremos por abreviación

(1) Loc. cit., figura página 51.

que el segundo átomo se encuentra *en el elemento de volumen reducido* $d\omega$, lo que nos permitirá también decir más brevemente que se halla en cualquier lugar del *espacio crítico reducido.*

Con este convenio, observaremos que siendo $\frac{1}{m_1}$ el número total de los átomos contenidos en la unidad de masa, la magnitud $\beta$ resulta igual á la suma de los volúmenes reducidos de todos los espacios críticos que pertenecen á todos los átomos incluídos en la unidad de masa. Observemos también que, si se hiciera una hipótesis acerca de la forma de los dominios sensibles, se podría deducir la de la porción de superficie $\lambda$ correspondiente á cada elemento $d\omega$ del espacio crítico, y, por lo tanto, calcular, no sólo el volumen reducido, sino también el volumen en valor absoluto de todos los espacios críticos correspondientes á todos los átomos contenidos en la unidad de masa.

Volvamos ahora á nuestra expresión (21) de $q$. Si la introducimos en la relación (11) que da el valor de $p$

$$p = \frac{1+q}{2\mu_1 v}\,\mathrm{RT}, \tag{11}$$

obtendremos el volumen específico $v$ en función de la presión $p$, de la temperatura T, de la constante $\frac{\mathrm{R}}{\mu_1}$ del gas disociado y de las constantes $\alpha$ y $\gamma$, y resultará:

$$v = \frac{\mathrm{T}}{2p}\,\frac{\mathrm{R}}{\mu_1}\left(1 + \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{\gamma p}{\mathrm{T}}\,e^{\frac{\alpha}{\mathrm{T}}}}}\right) \tag{22}$$

Si al contrario queremos expresar $p$ en función de $v$ y T, substituiremos á $q$ en la relación (11) la expresión (8) primitiva de esta variable:

$$q = -\frac{v}{2\mathrm{K}} + \sqrt{\frac{v^2}{4\mathrm{K}^2} + \frac{v}{\mathrm{K}}}. \tag{8}$$

después de introducir el valor (17) de K:

$$\mathrm{K} = e^{\frac{2\mu_1\Delta}{\mathrm{RT}}}\,\frac{1}{m_1}\iint\frac{d\omega d\lambda}{4\pi} = \beta e^{\frac{\alpha}{\mathrm{T}}} \tag{17}$$

y tendremos sucesivamente :

$$q = -\frac{v}{2\beta e^{\frac{\alpha}{T}}} + \sqrt{\frac{v^2}{4\beta^2 e^{\frac{2\alpha}{T}}} + \frac{v}{\beta e^{\frac{\alpha}{T}}}}$$

$$p = \frac{RT}{2\mu_1 v} + \frac{RT}{2\mu_1 v}\left(\sqrt{\frac{v^2}{4\beta^2 e^{\frac{2\alpha}{T}}} + \frac{v}{\beta e^{\frac{\alpha}{T}}}} - \frac{v}{2\beta e^{\frac{\alpha}{T}}}\right)$$

y como se tiene :

$$\frac{2\mu_1}{R} = \frac{\gamma}{\beta}$$

$$\frac{R}{2\mu_1} = \frac{\beta}{\gamma},$$

resulta :

$$p = \frac{\beta T}{\gamma v}\left[1 + \sqrt{\frac{v^2}{4\beta^2 e^{\frac{2\alpha}{T}}} + \frac{v}{\beta e^{\frac{\alpha}{T}}}} - \frac{v}{2\beta e^{\frac{\alpha}{T}}}\right] \qquad (23)$$

relación que nos da $p$ en función de $v$, T y de las constantes $\alpha$, $\beta$, $\gamma$.

## IV

### DISOCIACIÓN DE UNA MOLÉCULA EN DOS ÁTOMOS IDÉNTICOS

En la memoria á la cual ya me referí varias veces (1) estudié la afinidad entre dos átomos de gas monovalentes no idénticos, tomando, como en los párrafos anteriores, por punto de partida, la hipótesis de los dominios sensibles de Boltzmann. En el mismo trabajo, abandonando esta base, introduje la hipótesis de un dominio sensible repartido uniformemente alrededor del átomo. Ahora me parece conveniente estudiar la disociación de una molécula en dos átomos no idénticos, sin dejar la hipótesis de Boltzmann. De este modo lo que voy á desarrollar resultará como una continuación na-

(1) *La teoría cinética de los gases aplicada á la unión de dos átomos idénticos y á la combinación de dos átomos monovalentes distintos.* (*Anales de la Sociedad científica argentina*, enero-febrero, 1914, página 49.)

tural de mi estudio respecto á la influencia de la presión y temperatura, que tuvieron por objeto los párrafos anteriores.

Por lo pronto, recordaré las notaciones de que nos valimos cuando se trataba de gases monovalentes no idénticos.

Designemos entonces por $n_1$ el número de los átomos simples de primera especie, por $n_2$ el de los átomos de segunda especie, por $n_{11}$ el número de los pares de átomos de primera especie unidos dos á dos, por $n_{22}$ el de los pares de átomos de segunda especie también ligados químicamente, y por $n_{12}$ el de las moléculas mixtas. Los símbolos $k_1$, $k_2$, $k_{11}$, $k_{22}$, $k_{12}$ conservarán la misma significación que antes con respecto á cada una de las categorías respectivas, y lo mismo sucederá con $\chi_1$, $\chi_2$, $\chi_{11}$, $\chi_{22}$, $\chi_{12}$, los dominios sensibles $d\omega$ y los elementos $d\lambda$.

Admitiremos otra vez que se trata en primer lugar del caso particular, en que $k_1$ y $k_2$ son suficientemente pequeños con respecto á $k_{12}$ y $\frac{V}{n_1}$ para que se pueda despreciar del todo el número de los pares de átomos de primera y segunda especie, lo que significa que supondremos el gas formado por tres clases de moléculas: átomos libres de primera especie, átomos libres de segunda y moléculas mixtas.

Admitiremos, además, como lo hicimos en otra oportunidad, que ninguno de los dos gases simples se encuentra en exceso, ó sea que el número de los átomos libres de primera especie es igual al número de los de segunda. En estas condiciones tendremos, siendo $a$ el número primitivo de los átomos

$$n_1 = n_2 = a - n_{12}$$

En este caso, el grado de disociación $q$ que, en la hipótesis de átomos idénticos, tenía por expresión

$$q = \frac{n_1}{a},$$

será dado por la relación

$$q = \frac{a - n_{12}}{a}, \tag{24}$$

y si se aplica la fórmula encontrada en mi memoria anterior (1):

(1) Loc. cit. fórmula (28) página 60.

$$Vn_{12} = k_{12}n_1n_2, \tag{25}$$

teniendo en cuenta la ecuación (24) que da

$$n_{12} = a\,(1 - q),$$

y la relación

$$n_1 = n_2 = aq,$$

resultará :

$$Va(1 - q) = k_{12}a^2q^2\,;$$

de donde :

$$ak_{12}q^2 = V(1 - q). \tag{26}$$

Por otra parte, se tiene en virtud de la relación (10):

$$p = \frac{\mathrm{MRT}}{V}\,(n_1 + n_2), \tag{10}$$

$$p = \frac{\mathrm{MRT}}{V}\,a(1 + q), \tag{27}$$

de donde se deduce, multiplicando las fórmulas (26) y (27) miembro á miembro:

$$apk_{12}q^2 = \mathrm{MRT}\;a(1 - q^2),$$

$$q^2 = \frac{\mathrm{MRT}}{k_{12}p}\,(1 - q^2).$$

Ahora bien, supongamos aún $\chi_{12}$ constante y tendremos para el calor de disociación de la unidad de masa primitivamente formada por las moléculas mixtas :

$$\Delta_{12} = \frac{\chi_{12}}{m_1 + m_2}.$$

Por otra parte, se tiene también :

$$k_{12} = e^{\frac{(\mu_1 + \mu_2)\Delta_{12}}{\mathrm{RT}}} \int \frac{\lambda_{12}d\omega_{12}}{4\pi},$$

siendo $\mu_1$ el peso atómico de un gas formado por átomos libres de pri-

mera especie, referido al peso atómico del hidrógeno ($H = 1$, $H_2 = 2$) y $\mu_2$ teniendo igual significación en cuanto al otro gas de segunda especie.

Observaremos que el numerador del exponente de $e$ representa, medido en unidades mecánicas, el calor de disociación de una molécula de la substancia no disociada, en el sentido químico de la palabra molécula, siendo $(\mu_1 + \mu_2)$ la masa de dicha molécula ó sea el peso químico molecular.

Pongamos, pues

$$\frac{(\mu_1 + \mu_2)\Delta_2}{R} = \alpha$$

$$\varphi_{12} = \int \frac{\lambda_{12} d\omega_{12}}{4\pi}, \qquad \gamma = \frac{\varphi_{12}}{MR},$$

y tendremos sucesivamente, á partir de la fórmula:

$$q = \frac{MRT}{k_{12}p}(1 - q^2)$$

$$q^2\left(1 + \frac{MRT}{k_{12}p}\right) = \frac{MRT}{k_{12}p}$$

$$k_{12} = e^{\frac{\alpha}{T}} . \varphi_{12}$$

$$q^2 = \frac{\frac{MRT}{k_{12}p}}{1 + \frac{MRT}{k_{12}p}} = \frac{1}{1 + \frac{k_{12}p}{MRT}}$$

$$q^2 = \frac{1}{1 + \frac{e^{\frac{\alpha}{T}} \varphi_{12} p}{MRT}} = \frac{1}{1 + \frac{\gamma p}{T} e^{\frac{\alpha}{T}}},$$

de donde

$$q = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{\gamma p}{T} e^{\frac{\alpha}{T}}}}, \qquad (28)$$

ó sea un valor de $q$ de forma muy análoga á la de la relación (21).

Observemos ahora que $\varphi_{12}$ representa el *espacio crítico reducido* de un átomo de primera especie referido á su acción sobre un átomo de segunda especie; $\frac{\varphi_{12}}{m_1}$ es la suma de todos los espacios críticos reducidos que corresponden á todos los átomos contenidos en la unidad de masa del gas de primera especie; por último, $\frac{\varphi_{12}}{M}$ representa la suma de todos los *espacios críticos reducidos* que corresponden á todos los átomos del mismo gas contenidos en una molécula, ó sea en la masa $\frac{m_1}{M}$ del gas de primera especie, químicamente igual á la unidad de masa de la substancia normal.

Observaremos aún que, si uno de los gases se encuentra en exceso, la relación (25)

$$V n_{12} = k_{12} n_1 n_2 \tag{25}$$

se convierte en

$$\frac{V}{k_{12}} n_{12} = (a_1 - n_{12})(a_2 - n_{12}); \tag{29}$$

de donde se saca

$$\frac{V}{k_{12}} n_{12} = a_1 a_2 - a_2 n_{12} - a_1 n_{12} + n^2_{12}$$

$$n^2_{12} - n_{12}\left(a_1 + a_2 + \frac{V}{k_{12}}\right) + a_1 a_2 = 0$$

$$n_{12} = \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{V}{2k_{12}} \pm \sqrt{\frac{(a_1 + a_2)^2}{4} + (a_1 + a_2)\frac{V}{2k_{12}} + \frac{V^2}{4k^2_{12}}},$$

y como $n_{12}$ no puede ser mayor que $a_1$ ni mayor que $a_2$, el signo — es el único que satisface á esta condición, lo que da:

$$n_{12} = \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{V}{2k_{12}} - \sqrt{\frac{(a_1 - a_2)^2}{4} + (a_1 + a_2)\frac{V}{2k_{12}} + \frac{V^2}{4k^2_{12}}} \tag{30}$$

Si $a_1$ es muy grande, el factor $(a_2 - n_{12})$ de la relación (29) resulta muy pequeño y, por consiguiente, $n_{12}$ queda poco diferente de $a_2$, lo que resulta también de la ecuación (30), cuando se considera $a_1$

como muy grande con relación á $a_2$. De ahí se deduce que, si el número de los átomos de primera especie va creciendo, átomos de segunda especie cada vez más numerosos se unen á ellos hasta que, por fin, casi todos los de segunda especie queden unidos, lo que está conforme con la ley de acción de las masas, conocida con el nombre de ley de Guldberg-Waage.

Para completar este análisis tomemos, por ejemplo de disociación, la de dos moléculas de vapor de agua ($2H_2O$) en dos moléculas de hidrógeno ($2H_2$) y una molécula de oxígeno ($O_2$).

Podemos admitir que, por lo general, en un volumen V, á la temperatura T y presión *p*, tendremos todas las especies de moléculas que se pueden formar por la combinación de los átomos de hidrógeno y oxígeno.

Designemos, pues, por

$$n_{10}, \quad n_{01}, \quad n_{20}, \quad n_{02}, \quad n_{11}, \quad n_{21}$$

los números de las moléculas representadas por los símbolos respectivos

$$H, \quad O, \quad H^2, \quad O^2, \quad HO, \quad H^2O$$

y también por las letras

$$\varphi_{20}, \quad \varphi_{02}, \quad \varphi_{11}, \quad \varphi_{21}$$

los espacios críticos reducidos que se refieren á las uniones químicas respectivas

$$H^2, \quad O^2, \quad HO, \quad H^2O,$$

y por

$$\chi_{20}, \quad \chi_{02}, \quad \chi_{11}, \quad \chi_{21}$$

las cantidades de calor medidas en unidades mecánicas puestas en libertad por las uniones correspondientes

$$H_2, \quad O_2, \quad HO, \quad H_2O.$$

De este modo se tendrá para el calor de formación de dos moléculas de vapor de agua, al partir de dos moléculas de hidrógeno y una molécula de oxígeno

$$2\chi_{11} + 2\chi_{21} - 2\chi_{20} - \chi_{02}$$

teniendo cada una de las cantidades $\chi$ que ser constante en el espacio crítico respectivo.

Ahora bien, consideremos en primer lugar un átomo H; contribuirá á la formación de una molécula HO, si se encuentra en el espacio reducido $\varphi_{11}$ de uno de los $n_{01}$ átomos O. Pero la probabilidad para que aquel átomo H esté libre y la probablilidad para que forme un grupo HO se encuentran en la relación

$$\frac{V}{\varphi_{11}\, n_{01}\, e^{2h\chi_{11}}}$$

y esta relación es igual también á $\frac{n_{10}}{n_{11}}\cdot$ de donde

$$n_{11}\, V = n_{01}\, n_{10}\, \varphi_{11}\, e^{2h\chi_{11}}$$

Comparemos la probabilidad para que el átomo H *especialmente considerado* esté libre, con la probabilidad para que, combinado con un grupo HO ya formado, dé origen á una molécula $H_2O$. Se tendrá análogamente:

$$n_{21}\, V = n_{10}\, n_{11}\, \varphi_{21}\, e^{2h\chi_{21}}$$

ó sea, si se multiplican las dos últimas relaciones miembro á miembro

$$n_{21}\, V^2 = n^2_{10}\, n_{01}\, \varphi_{21}\, \varphi_{11}\, e^{2h(\chi_{11} + \chi_{21})} \qquad (31)$$

Por otra parte, la probabilidad para que el átomo H *especialmente considerado* resulte libre, y la para que quede combinado con uno de los átomos restantes del mismo gas, para formar una molécula $H_2$, se encuentran en la razón

$$\frac{V}{n_{10}\, \varphi_{20}\, e^{2h\chi_{20}}},$$

y esta relación además es igual al cociente de $n_{10}$, número de los átomos de hidrógeno que han quedado libres, por $2n_{20}$, número de los átomos del mismo gas unidos á otro átomo H, de modo que se puede escribir

$$2n_{20}\, V = n^2_{10}\, \varphi_{20}\, e^{2h\chi_{20}}$$

y también

$$2n_{02}\, V = n^2_{01}\, \varphi_{02}\, e^{2h\chi_{02}}$$

Si con estas dos relaciones comparamos la fórmula (31) :

$$n_{21}\,V^2 = n^2_{10}\,n_{01}\,\varphi_{21}\,\varphi_{11}\,e^{2h(\chi_{21}+\chi_{11})} \tag{31}$$

y elevamos al cuadrado la primera y la última, tendremos :

$$4n^2_{20}\,V^2 = n^4_{10}\,\varphi^2_{20}\,e^{4h\chi_{20}} \tag{32}$$

$$n^2_{21}\,V^4 = n^4_{10}\,n^2_{01}\,\varphi^2_{21}\,\varphi^2_{11}\,e^{2h(2\chi_{21}+2\chi_{11})} \tag{33}$$

Multipliquemos la relación (32) por la segunda, de donde resulta

$$8n^2_{20}\,n_{02}\,V^3 = n^4_{10}\,n^2_{01}\,\varphi^2_{20}\,\varphi^2_{02}\,e^{2h(\chi_{20}+\chi_{02})} \tag{34}$$

y por último dividamos (33) por (34) ordenadamente :

$$\frac{n^2_{21}}{8n^2_{20}}\,\frac{V}{n_{02}} = \frac{\varphi^2_{21}\cdot\varphi^2_{12}}{\varphi^2_{20}\,\varphi_{02}}\,e^{2h(2\chi_{21}+2\chi_{11}-2\chi_{20}-\chi_{02})}$$

resultado que se puede escribir también

$$n^2_{21} = n^2_{20}\,n_{02}\,\frac{8}{V}\,\frac{\varphi^2_{21}\,\varphi^2_{11}}{\varphi^2_{20}\,\varphi_{02}}\,e^{2h(2\chi_{21}+2\chi_{11}-2\chi_{20}-\chi_{02})} \tag{35}$$

Si ahora suponemos que había primitivamente $a$ moléculas de vapor de agua, ya no quedan sino $n_{21}$ que no han sido disociadas, y $(a - n_{21})$ que han experimentado la disociación. Imaginemos que estas últimas fueron descompuestas casi exclusivamente en moléculas $H_2$ y $O_2$ la razón

$$q = \frac{a - n_{21}}{a}$$

expresará aún lo que llamaremos *grado de disociación*. Pero, por otra parte, como estas $(a - n_{21})$ moléculas disociadas han producido $(a - n_2)$ moléculas de hidrógeno y $\frac{1}{2}(a - n_{21})$ moléculas de oxígeno, se tiene :

$$n_{20} = aq, \quad n_{02} = \frac{1}{2}\,aq, \quad n_{21} = a\,(1 - q).$$

En cuanto al paréntesis que figura en el exponente de la rela-

ción (35), representa la cantidad de calor puesta en libertad, cuando dos moléculas $H_2O$ se forman á expensas de dos moléculas $H_2$ y de una molécula $O_2$. Luego, si designamos por Q la cantidad de calor que se desprende, cuando se forma la unidad de masa de agua al partir de la mezcla explosiva de hidrógeno y oxígeno, podemos escribir:

$$Q = \frac{2\chi_{21} + 2\chi_{11} - 2\chi_{20} - \chi_{02}}{2(2m_1 + m_2)} \tag{36}$$

y si ponemos como antes

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{2(2\mu_1 + \mu_2)Q}{R} \\ \gamma &= \frac{8\varphi^2_{21}\,\varphi^2_{11}}{2(2m_1 + m_2)\,\varphi^2_{20}\,\varphi_{02}} \end{aligned}\right\} \tag{37}$$

tendremos

$$n^2_{21} = a^2(1 - q)^2 = \frac{a^2 q^3}{V}\gamma e^{\frac{\alpha}{T}},$$

de donde:

$$(1 - q)^2 = q^3 \frac{\gamma}{v} e^{\frac{\alpha}{T}}. \tag{38}$$

recordaremos ahora la fórmula

$$p = \frac{MRT}{V}(n_1 + n_2 + \ldots)$$

que, en el caso actual, se convierte en

$$p = \frac{MRT}{V}(n_{20} + n_{02} + n_{21}).$$

Esta fórmula da, después de substituír en función de $q$:

$$p = \frac{MRT}{V}\left(aq + \frac{1}{2}aq + a(1 - q)\right) = \frac{MRT}{v}a\left(1 + \frac{q}{2}\right),$$

de donde:

$$p = \left(1 + \frac{q}{2}\right)\frac{RT}{v(2\mu_1 + \mu_2)}. \tag{39}$$

De esta expresión podemos eliminar á $q$ valiéndonos de la ecuación (38), y de este modo resulta una relación entre $p$, $v$ y T. Si al contrario se elimina $v$, se obtiene otra expresión, ó sea el grado de disociación en función de la presión y temperatura

$$(1-q)^2\left(1+\frac{q}{2}\right)\frac{\mathrm{RT}}{(2\mu_1+\mu_2)p}=q^3\gamma e^{\frac{\alpha}{\mathrm{T}}}. \qquad (40)$$

Por último se podría obtener una relación entre $q$, $p$ y $v$, eliminándose T entre las ecuaciones (38) y (39).

Si ahora tenemos en cuenta la valencia del átomo de oxígeno, podemos admitir que existen en la superficie de dicho átomo dos dominios sensibles de conformaciones iguales. El espacio crítico que se refiere á la formación de la molécula HO, al partir de H y O, resultaría con esta hipótesis dos veces mayor que el relativo á la formación de $H_2O$, al partir de HO y H. Pero entonces los dominios sensibles no se hallarían exactamente opuestos, ó bien tendrían que ser móviles en la superficie del átomo, para que la doble unión de dos átomos de oxígeno resultara posible.

Se podría imaginar también que el dominio crítico de un átomo de oxígeno no se encuentra tapado totalmente por un átomo libre de oxígeno ó hidrógeno unido químicamente con el primero, de modo que haya lugar aun para la unión química con otro átomo.

Hemos de confesar que todas estas hipótesis resultan muy poco verosímiles, pues están, por otra parte, en contradicción con la constitución compleja del átomo material admitida hoy por la mayor parte de los físicos y fundada en una hipótesis que ofrece la ventaja de explicar más ó menos todos los fenómenos. Pero, no hemos de olvidar que todo concepto, toda imagen, es admisible cuando facilita la explicación de los hechos, sin dar lugar á contradicciones en el orden de los datos experimentales. Estas imágenes, creadas por Boltzmann, tienen en todo caso el mérito de permitir la aplicación á las reacciones químicas del cálculo de las probabilidades, y ésta es la única ventaja que presentan, ventaja evidentemente muy notable, pues sirven para unir aquellos fenómenos con la teoría cinética de los gases, que tiende cada vez más á dominar las investigaciones en el mundo molecular.

## V

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS CONSEGUIDOS MEDIANTE LA TEORÍA CINÉTICA

Veamos ahora si los resultados conseguidos se pueden comparar con los que Gibbs anunció después de valerse de la teoría del calor.

Los raciocinios del ilustre sabio norteamericano descansan en la hipótesis de que en un gas disociado todos los elementos actúan de un modo independiente como gases aislados, sumándose sus energías, presiones, entropías, etc. Ahora bien, aquella hipótesis resulta muy clara con la teoría molecular que me empeñé en desarrollar, pues las varias moléculas vecinas las consideramos como distintas y separadas. Por otra parte, no hemos de olvidar que, en la obra admirable de Gibbs, todo demuestra que se dejaba guiar en sus deducciones por la idea constante tácita de una teoría molecular, hasta cuando no aludía á ella explícitamente y no quería recurrir á las ecuaciones de la mecánica.

Mach, Ostwald y Duhem, en la teoría energética más moderna, admiten al contrario que en la combinación química algo de nuevo se substituye á las partículas constituyentes. Con estas ideas, muy exclusivas, no se podría admitir, por ejemplo, que durante la disociación del vapor de agua, el vapor, el agua, el hidrógeno y el oxígeno permanecen en presencia el uno al lado de los otros. Muy al contrario, para los energetistas, es lógico suponer que á las bajas temperaturas no hay sino vapor de agua, mientras que á temperaturas cada vez más altas aparece algo completamente nuevo que á las temperaturas muy elevadas se transforma en la mezcla de gases explosiva. Resulta que el concepto de Gibbs, en virtud del cual las energías y entropías del vapor de agua y del gas explosivo se suman á las temperaturas intermedias, ya no tendría ningún sentido, y como sin aquel concepto las ecuaciones fundametales de la disociación no se pueden fundar, tomando por base los principios de la termodinámica ó cualquier otra, queda comprobado que los energetistas ya no pueden considerar aquellas ecuaciones sino como relaciones de orden meramente empírico.

Ahora bien, como lo observa Boltzmann, no podemos nunca, en el

estudio de los fenómenos naturales, considerar como suficientes las ecuaciones en sí, sin tener en cuenta las bases en que se fundan, ni atribuír á ecuaciones empíricas un grado de certeza mayor que el concedido á las hipótesis que les sirven de fundamento. En pocas palabras, no podemos con aquellas esperar construír teorías físicas, pues si tal procedimiento se generalizara á todos los fenómenos, se llegaría á reducir la ciencia á un catálogo de hechos que nunca nos permitiría hallar las analogías profundas ó prever hechos nuevos. Por esto mismo, nos aparece la representación mecánica indispensable para fundar las ecuaciones, pues sola puede hacerlas inteligibles para nuestra mente y ponernos en condiciones de idear una imagen clara y satisfactoria, en el caos de los fenómenos que nos revela la experiencia. Por otra parte, la certeza que hemos adquirido, dentro de los límites de nuestro conocimiento, de la existencia del mundo atómico, ha de infundirnos mayor valor para proseguir en este sentido nuestras investigaciones, sobre todo si tenemos en cuenta los servicios valiosísimos que las teorías moleculares han prestado á la ciencia. Podemos afirmar, en efecto, que la mayor parte de los progresos verificados en física, desde hace un siglo á esta parte, los debemos á este instrumento maravilloso que se amolda con tanta facilidad á las deducciones matemáticas. No se ve, por ejemplo, cómo los energetistas hubieran podido llevarnos á los perfeccionamientos tan notables que ha experimentado el estudio de la luz y de la electricidad, tomando por bases fórmulas empíricas calcadas sobre la observación de los fenómenos. Nos imaginamos difícilmente la espléndida síntesis realizada por los trabajos sucesivos de Fresnel Maxwell, Hertz y Lorentz, sin la ayuda de la mecánica molecular, ni tampoco vemos cómo los energetistas habrían podido substituírla mediante consideraciones sacadas de la termodinámica que, para ellos, resulta, sin embargo, la ciencia esencial, la única que ha de despertar nuestra confianza.

En resumen, la representación de los fenómenos, mediante consideraciones inspiradas por la mecánica molecular, nos aparece con una importancia científica mucho mayor que la clasificación sin más de los resultados experimentales mediante leyes y fórmulas.

Observaremos también que las consideraciones que expusimos en este trabajo ya muy extenso y en los anteriores, nos ponen en condición de penetrar en el estudio de los *falsos equilibrios químicos* cuya mayor parte se caracterizan por una reacción sumamente *lenta* que para nuestros instrumentos y sentidos equivale á un estado estacio-

nario. De este modo, á las temperaturas comunes hay equilibrio aparente en un recinto que contiene vapor de agua y una mezcla explosiva de oxígeno é hidrógeno, y los gases pueden permanecer durante un tiempo muy largo, sin que se transformen el uno con el otro. Las moléculas entonces se encuentran unidas por fuerzas tan grandes que no puede verificarse ninguna disociación ó reacción *sensible* durante un tiempo correspondiente á la duración común de las observaciones experimentales, y podemos admitir que después de un tiempo infinitamente largo, llegaría á efectuarse la transformación. En resumen, los fenómenos de falsos equilibrios químicos han de ser considerados como muy análogos á los de surfusión ó de atraso en la ebullición.

Si ahora echamos una mirada hacia las ideas desarrolladas en el presente artículo y en mis memorias anteriores (1) acerca de los fenúmenos de la cinética química, veremos que el terreno se encuentra ahora suficientemente despejado para que nos sea posible, basándonos en consideraciones de orden molecular, encarar primero el estudio de la función designada con el nombre de *velocidad de reacción*. Ya R. Marcellin, hace poco adversario irreconciliable de la introducción en la cinética química de las derivadas segundas con respecto al tiempo, parece dispuesto á inclinarse á la tesis que Damianovich y yo hemos defendido desde hace unos meses en varias memorias.

Tengo la esperanza de poder, sobre los fundamentos que deduje de la teoría cinética de los gases, edificar un concepto nuevo de la velocidad de reacción; trataré de realizar este propósito en otro trabajo, valiéndome de los materiales ya reunidos.

CAMILO MEYER.

(1) Véase : *Las derivadas segundas con respecto al tiempo en la cinética química* (*Anales*, marzo-abril, pág. 165) ; *La teoría cinética de los gases aplicada á la unión de dos átomos idénticos, etc.* (*Anales*, enero-febrero, pág. 49) ; *Aplicaciones de la teoría cinética : viscosidad, ley de acción química mutua entre dos moléculas, equilibrios químicos* (*Anales*, mayo-junio, pág. 285).

# LA VERDENASQUINA

## NUEVA VARIEDAD DE CAUCHO

---

En los años 1905 y 1906, época de la locura del caucho, efectué dos viajes de exploración al departamento de Orán, uno de los más nórdicos de la República Argentina, con el objeto de investigar si existían en las forestas casi vírgenes de esa localidad esencias gomeras indígenas que pudieran ser económicamente explotables, y además estudiar si, dado el clima tropical de la región, fuera posible la cultura de alguna especie de hule exótico.

Entre las diferentes plantas que respondían á mis propósitos, una de las más interesantes y que mayormente atrajo mi atención fué el Verdenasco ó Zarzaparrilla blanca silvestre, planta muy común y á veces abundante en toda la región potamófila de la república desde sus límites septentrionales hasta los alrededores de La Plata.

Su nombre científico es *Smilax campestris* Grisb.

Es una trepadora perenne, provista de numerosos y enmarañados rizomas blancos, cuyo grueso alcanza hasta el del dedo meñique, poco profundos y de los cuales surgen sarmientos de varios metros de largo y hasta quince milímetros de diámetro, leñosos, verdes, lampiños y defendidos por aguijones ralos, cortos y ganchudos; las hojas ovaladas, coriáceas, pecioladas, provistas, cerca de la base de la lámina, de dos zarcillos simples más ó menos largos, con los cuales se afirma á los arbustos circunstantes; la especie es dioica, es decir, produce individuos machos, que sólo brindan flores masculinas, é individuos hembras que dan flores femeninas, á las cuales suceden los frutos.

Tanto las flores masculinas como las flores femeninas se hallan for-

mando corimbos de 20 á 30; los frutos, á su vez, constituyen racimillos de 3 á 20, y son bayas que á la madurez alcanzan el tamaño de una arveja y ostentan un lindo color negro; están constituídos por un pericarpio carnoso de poco espesor, que envuelve de una á tres gruesas semillas bastante duras, casi córneas, lisas, de color parduzco más ó menos subido.

El pericarpio se halla formado de las tres capas normales íntimamente adheridas entre ellas, es decir, una corteza ó epicarpio membranoso, coloreado, de una pulpa ó mesocarpio de color verdoso y, por fin, de una membrana muy delgada interna casi incolora ó endocarpio; las semillas compactas ó incoloras están revestidas de un espermoderma muy tenue, también muy adherente, de color café más ó menos claro. Entre el endocarpio y el espermoderma se encuentra una vejiga incolora, transparente, anhista, muy elástica, fácilmente producida por secreción del testa seminal, pero independiente del mismo, que constituye la substancia objeto de esta nota.

Los caracteres de este órgano adicional no escaparon á mi observación ; y como durante el viaje no había podido obtener frutos en cantidad suficiente, aproveché las vacaciones de Semana Santa de 1906, que cayó en abril, para trasladarme á Tucumán, donde en el Parque Roca, cerca de la capital, pude juntar algunos kilos de frutas de Verdenasco bien maduras y que me sirvieron para las investigaciones que pensaba llevar á cabo.

La fruta, al secarla al aire, perdió un 35 por ciento de su peso; por medio mecánico, es decir, mondadura á mano, se pudo fácilmente retirar de ellas la membrana perispérmica adicional con mucha facilidad; pero como dicha membrana era rápida y totalmente soluble en varios solventes neutros, podía extraerse también por medios químicos, empleando un aparato de desalojo cualquiera, con la diferencia que la materia, así obtenida, se hallaba más ó menos coloreada, inconveniente que pudo salvarse filtrando la solución sobre carbón animal.

El principio orgánico obtenido por cualquiera de los medios indicados era sólido, amorfo, incoloro, transparente, inodoro, insípido, sumamente elástico, ablandándose por el calor, sin fundir, y soldándose fácilmente entre sí los fragmentos separados que se ponían juntos aun en frío; era del todo insoluble é impermeable al agua, insoluble en la acetona, bastante soluble en el alcohol absoluto, muy soluble en el sulfuro de carbono, bencina y cloroformo, y con el azufre fundido se vulcanizaba rápida y perfectamente: quemado, despedía ese olor peculiar del caucho. Se trataba, pues, de una variedad de caucho, del cual

sólo se diferenciaba por su mayor solubilidad en el alcohol etílico.

Consideradas sus propiedades físicas y químicas que lo distinguen de los demás cauchos, propongo, por lo tanto, aplicarle el nombre de *Verdenasquina,* porque esta substancia es propia y exclusiva de *Smilax campestris,* pues no la he podido hallar en los frutos de un gran número de especies de Smilax europeos y americanos, que he llegado á procurarme.

La cantidad de verdenasquina varía de 3 á 5 por ciento del peso de los frutos secos, lo que correspondería de 1 á 3 por ciento del fruto fresco.

Hasta ahora no he podido saber con seguridad si la membrana de verdenasquina sea una secreción endocárpica ó espermodérmica; me inclino sin embargo á esta última suposición, pues en las frutas que contienen varias semillas la membrana existe también entre ellas, separando unas de otras.

No sé si la verdenasquina podrá entrar en la industria y en el comercio; sin embargo no dudo que podrá hallar, dada su solubilidad en el alcohol, numerosas aplicaciones.

CARLOS SPEGAZZINI.

1914.

# OBSERVACIONES AERO-ELÉCTRIC

PRIMAVERA

POR EL DOCT

*Co*

—

TABLA X *a* y *b*. — *Relació*

| Mes | Todos los días | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | b | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $v$ |
| Septiembre... | 750,0-754,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 755,0-759,9 | 4 | 0,239 | 0'355 | —0,026 | 671 | 727 | 1398 | — 56 |
| | 760-0-764,9 | 41 | 0,343 | 0,305 | 0,038 | 701 | 624 | 1325 | 77 |
| | 765,0-769,9 | 37 | 0,320 | 0,281 | 0,039 | 654 | 576 | 1230 | 78 |
| | 770,0-774,9 | 8 | 0,276 | 0,271 | 0,005 | 566 | 555 | 1121 | 11 |
| Octubre ..... | 750,0-754,9 | 5 | 0,248 | 0,226 | 0,022 | 509 | 464 | 973 | 45 |
| | 755,0-759,9 | 19 | 0,322 | 0,305 | 0,017 | 660 | 624 | 1284 | 36 |
| | 760,0-764-9 | 19 | 0,354 | 0,325 | 0,029 | 723 | 664 | 1387 | 59 |
| | 765,0-769,9 | 20 | 0,435 | 0,414 | 0,019 | 890 | 849 | 1739 | 41 |
| | 770,0-774-9 | 25 | 0,400 | 0,335 | 0,045 | 820 | 729 | 1549 | 91 |
| Noviembre ... | 750,0-754,9 | 3 | 0,285 | 0,276 | 0,009 | 584 | 567 | 1151 | 17 |
| | 755,0-759,9 | 50 | 0,316 | 0,280 | 0,036 | 648 | 573 | 1221 | 75 |
| | 760,0-764,9 | 26 | 0,339 | 0,349 | —0,010 | 693 | 713 | 1406 | — 20 |
| | 765,0-769,9 | 7 | 0,364 | 0,329 | 0,035 | 745 | 672 | 1417 | 73 |
| | 770,0-774,9 | 4 | 0,340 | 0,354 | —0,014 | 698 | 725 | 1423 | — 27 |
| Diciembre ... | 750,0-754,9 | 26 | 0,325 | 0,309 | 0,016 | 664 | 631 | 1295 | 33 |
| | 755,0-759,9 | 39 | 0,338 | 0,328 | 0,010 | 691 | 671 | 1362 | 20 |
| | 760,0-764,9 | 23 | 0,350 | 0,335 | 0,015 | 717 | 686 | 1403 | 31 |
| | 765,0-769,9 | 5 | 0,378 | 0,351 | 0,027 | 774 | 720 | 1494 | 54 |
| | 770,0-774,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| Enero ....... | 750,0-754,9 | 15 | 0,413 | 0,404 | 0,009 | 846 | 828 | 1674 | 18 |
| | 755,0-759,9 | 46 | 0,332 | 0,316 | 0,016 | 680 | 649 | 1329 | 31 |
| | 760,0-764,9 | 31 | 0,350 | 0,330 | 0,020 | 718 | 677 | 1395 | 41 |
| | 765,0-769,9 | 1 | 0,501 | 0,464 | 9,037 | 1026 | 950 | 1976 | 76 |
| | 770,0-774,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| Febrero ..... | 750,0-754,9 | 15 | 0,380 | 0,374 | 0,006 | 778 | 763 | 1541 | 15 |
| | 755,0-759,9 | 37 | 0,375 | 0,329 | 0,046 | 768 | 673 | 1441 | 95 |
| | 760,0-764,9 | 19 | 0,328 | 0,330 | —0,002 | 671 | 675 | 1346 | — 4 |
| | 765,0-769,9 | 1 | 0,259 | 0,255 | 0,004 | 530 | 522 | 1052 | 8 |
| | 770,0-774,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |

LA REPÚBLICA ARGENTINA

RANO DE 1912

BERNDT

*ción*

*n la altura barométrica*

| | | Días normales | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q | F | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $v$ | Q | F |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,93 | 91 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,21 | 213 | 9 | 0,311 | 0,286 | 0,025 | 638 | 586 | 1224 | 52 | 1,19 | 164 |
| 1,21 | 174 | 3 | 0,271 | 0,231 | 0,040 | 555 | 473 | 1028 | 82 | 1,35 | 166 |
| 1,07 | 270 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,12 | 149 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,10 | 69 | 3 | 0,330 | 0,285 | 0,045 | 678 | 584 | 1262 | 94 | 1,18 | 95 |
| 1,20 | 25 | 5 | 0,406 | 0,371 | 0,035 | 831 | 760 | 1591 | 71 | 1,19 | 191 |
| 1,09 | 76 | 13 | 0,435 | 0,402 | 0,033 | 890 | 822 | 1712 | 68 | 1,10 | 85 |
| 1,21 | 127 | 23 | 0,417 | 0,365 | 0,052 | 853 | 748 | 1601 | 105 | 1,20 | 113 |
| 0,98 | —244 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,21 | 167 | 11 | 0,329 | 0,339 | —0,010 | 671 | 692 | 1363 | — 21 | 0,99 | 175 |
| 1,10 | 122 | 13 | 0,374 | 0,383 | —0,009 | 765 | 783 | 1548 | — 18 | 1,13 | 130 |
| 1,12 | 159 | 1 | 0,266 | 0,309 | —0,043 | 548 | 631 | 1179 | — 83 | 0,86 | 109 |
| 1,00 | 122 | 2 | 0,354 | 0,435 | —0,081 | 722 | 890 | 1612 | —168 | 0,80 | 124 |
| 1,07 | 101 | 6 | 0,409 | 0,354 | 0,055 | 837 | 723 | 1560 | 114 | 1,15 | 110 |
| 1,08 | 121 | 17 | 0,356 | 0,318 | 0,038 | 730 | 650 | 1380 | 80 | 1,16 | 111 |
| 1,10 | 128 | 12 | 0,344 | 0,359 | —0,015 | 703 | 733 | 1436 | — 30 | 0,94 | 112 |
| 1,10 | 44 | 4 | 0,412 | 0,397 | 0,015 | 842 | 812 | 1654 | 30 | 1,10 | 21 |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,05 | 238 | 5 | 0,399 | 0,330 | 0,069 | 818 | 677 | 1495 | 141 | 1,10 | 88 |
| 1,09 | 118 | 30 | 0,335 | 0,320 | 0,015 | 685 | 655 | 1340 | 30 | 1,09 | 106 |
| 1,12 | 79 | 15 | 0,363 | 0,339 | 0,024 | 741 | 692 | 1433 | 49 | 1,13 | 80 |
| 1,08 | 88 | 1 | 0,501 | 0,464 | 0,037 | 1026 | 950 | 1976 | 76 | 1,08 | 88 |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,07 | —115 | 7 | 0,340 | 0,330 | 0,010 | 696 | 676 | 1372 | 20 | 1,10 | 34 |
| 1,22 | 55 | 20 | 0,384 | 0,359 | 0,025 | 786 | 735 | 1521 | 51 | 1,07 | 50 |
| 1,04 | 66 | 14 | 0,341 | 0,352 | —0,011 | 700 | 720 | 1420 | — 20 | 1,01 | 74 |
| 1,02 | 207 | 1 | 0,259 | 0,255 | 0,004 | 530 | 522 | 1052 | 8 | 1,02 | 207 |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

TABLA XI *a* y *b*. — *Relación c*

| Mes | Barómetro | Todos los días | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $n$ |
| Septiembre... | sube ó const. | 44 | 0,266 | 0,227 | 0,039 | 545 | 465 | 1010 | 80 |
| | baja ....... | 46 | 0,384 | 0,360 | 0,024 | 787 | 737 | 1525 | 50 |
| Octubre ..... | sube ó const. | 44 | 0,335 | 0,313 | 0,022 | 686 | 640 | 1326 | 46 |
| | baja ....... | 44 | 0,410 | 0,375 | 0,035 | 840 | 769 | 1606 | 71 |
| Noviembre ... | sube ó const. | 46 | 0,305 | 0,271 | 0,034 | 624 | 557 | 1181 | 67 |
| | baja ....... | 44 | 0,345 | 0,344 | 0,001 | 706 | 702 | 1408 | 4 |
| Diciembre ... | sube ó const. | 40 | 0,300 | 0,290 | 0,010 | 616 | 592 | 1208 | 24 |
| | baja ....... | 53 | 0,369 | 0,354 | 0,015 | 754 | 724 | 1478 | 30 |
| Enero ....... | sube ó const. | 48 | 0.335 | 0,325 | 0,010 | 688 | 665 | 1353 | 23 |
| | baja ....... | 45 | 0,372 | 0,350 | 0,022 | 761 | 718 | 1479 | —43 |
| Febrero ..... | sube ó const. | 35 | 0,334 | 0,297 | 0.037 | 682 | 609 | 1291 | 73 |
| | baja ....... | 37 | 0,389 | 0,375 | 0,014 | 798 | 769 | 1567 | 29 |

*a marcha del barómetro*

| | | Días normales | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q | F | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $n$ | Q | F |
| 1.23 | 170 | 7 | 0.221 | 0,201 | 0,020 | 452 | 412 | 864 | 40 | 1,27 | 198 |
| 1.14 | 222 | 5 | 0,415 | 0,374 | 0,041 | 849 | 762 | 1611 | 87 | 1,16 | 118 |
| 1.19 | 59 | 20 | 0,354 | 0,310 | 0.044 | 722 | 632 | 1452 | 90 | 1.24 | 151 |
| 1,11 | 106 | 24 | 0,466 | 0.423 | 0.043 | 956 | 867 | 1823 | 89 | 1,10 | 63 |
| 1.24 | 160 | 14 | 0.309 | 0,315 | —0,006 | 631 | 647 | 1278 | —16 | 1.12 | 169 |
| 1.07 | 115 | 13 | 0.394 | 0,418 | – 0.024 | 807 | 857 | 1664 | —50 | 0.95 | 124 |
| 1,08 | 99 | 17 | 0,335 | 0.327 | 0.008 | 687 | 670 | 1357 | 17 | 1,04 | 120 |
| 1,08 | 120 | 22 | 0,339 | 0.356 | 0.033 | 798 | 730 | 1528 | 68 | 1.12 | 89 |
| 1.10 | 87 | 25 | 0,325 | 0,311 | 0,014 | 665 | 638 | 1303 | 27 | 1,11 | 107 |
| 1,09 | 119 | 26 | 0.379 | 0.345 | 0,034 | 775 | 709 | 1484 | 66 | 1.09 | 85 |
| 1.22 | 50 | 16 | 0,324 | 0,306 | 0.018 | 662 | 629 | 1291 | 33 | 1,08 | 81 |
| 1.06 | 11 | 26 | 0,383 | 0,376 | 0,007 | 782 | 770 | 1552 | 12 | 1,04 | 39 |

TABLA XII *a* y *b*. — *Relaci*

| Mes | Todos los días | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *t* | Z | E | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | *u* |
| Septiembre... | 5,0-9,9 | 25 | 0,230 | 0,192 | 0.038 | 470 | 394 | 864 | 7 |
| | 10,0-14,9 | 55 | 0,355 | 0,323 | 0,032 | 726 | 660 | 1386 | 6 |
| | 15,0-19,9 | 10 | 0,413 | 0,398 | 0,015 | 846 | 816 | 1662 | 3 |
| | 20,0-24,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 25,9-29,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 30,0-34,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| Octubre ..... | 5,0-9,9 | 11 | 0,310 | 0,315 | —0,005 | 636 | 643 | 1279 | — |
| | 10,0-14,9 | 32 | 0,429 | 0,390 | 0,039 | 879 | 800 | 1679 | 7 |
| | 15,0-19,9 | 23 | 0,384 | 0,355 | 0,029 | 785 | 726 | 1509 | 5 |
| | 20,0-24,9 | 20 | 0,314 | 0,286 | 0,028 | 612 | 588 | 1230 | 5 |
| | 25,0-29,9 | 2 | 0,280 | 0,285 | —0,003 | 574 | 584 | 1158 | — 1 |
| | 30,0-34,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| Noviembre ... | 5,0-9,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 10,0-14,9 | 3 | 0,187 | 0,133 | 0,044 | 382 | 272 | 654 | 11 |
| | 15,0-19,9 | 35 | 0,306 | 0,295 | 0,011 | 628 | 614 | 1232 | 2 |
| | 20.0-24.9 | 50 | 0.350 | 0,325 | 0.025 | 719 | 664 | 1383 | 5 |
| | 25,0-29,9 | 2 | 0,280 | 0,320 | —0,040 | 573 | 654 | 1227 | — 8 |
| | 30,0-34,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| Diciembre ... | 5,0-9,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 10,0-14,9 | 3 | 0,290 | 0,355 | —0,065 | 592 | 728 | 1320 | —13 |
| | 15,0-19,9 | 19 | 0,275 | 0.254 | 0,021 | 564 | 520 | 1084 | 4 |
| | 20,0-24,9 | 57 | 0.338 | 0.336 | 0.002 | 692 | 688 | 1380 | |
| | 25,0-29,9 | 12 | 0,451 | 0.378 | 0.073 | 924 | 772 | 1696 | 15 |
| | 30,0-34,9 | 2 | 0,388 | 0.360 | 0,028 | 793 | 737 | 1530 | 5 |
| Enero ...... | 5,0-9,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 10,0-14,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 15,0-19,9 | 8 | 0.320 | 0.345 | —0.025 | 655 | 708 | 1363 | — 5 |
| | 20,0-24,9 | 36 | 0.330 | 0.311 | 0.019 | 677 | 639 | 1316 | 3 |
| | 25,0-29,9 | 45 | 0.377 | 0.355 | 0,022 | 771 | 729 | 1500 | 4 |
| | 30,0-34,9 | 4 | 0.335 | 0.334 | 0,001 | 686 | 682 | 1368 | |
| Febrero ..... | 5,0-9,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 10,0-14,9 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 15,9-19,9 | 10 | 0.393 | 0,315 | 0,078 | 804 | 644 | 1448 | 16 |
| | 20,0-24,9 | 27 | 0,315 | 0,305 | 0,010 | 646 | 622 | 1268 | 2 |
| | 25,0-29,9 | 33 | 0.390 | 0.374 | 0,016 | 799 | 763 | 1562 | 3 |
| | 30,0-34,9 | 2 | 0,379 | 0,336 | 0,043 | 775 | 689 | 1464 | 8 |

*con la temperatura*

| | | Días normales | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q | F | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $\nu$ | Q | F |
| 1,28 | 215 | 3 | 0,220 | 0,230 | —0,010 | 451 | 473 | 924 | — 22 | 1,26 | 137 |
| 1,17 | 206 | 8 | 0,315 | 0,276 | 0,039 | 643 | 565 | 1208 | 78 | 1,22 | 186 |
| 1,03 | 101 | 1 | 0,444 | 0,369 | 0,075 | 908 | 757 | 1665 | 151 | 1,20 | 76 |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,06 | 166 | 9 | 0,310 | 0,290 | 0,020 | 636 | 592 | 1228 | 44 | 1,11 | 184 |
| 1,20 | 102 | 22 | 0,446 | 0,393 | 0,053 | 915 | 804 | 1719 | 111 | 1,20 | 81 |
| 1,17 | 28 | 10 | 0,464 | 0,423 | 0,041 | 949 | 866 | 1815 | 83 | 1,14 | 81 |
| 1,13 | 67 | 2 | 0,353 | 0,278 | 0,075 | 721 | 569 | 1290 | 152 | 1,29 | 95 |
| 0,99 | 65 | 1 | 0,290 | 0,300 | —0,010 | 594 | 615 | 1209 | — 21 | 0,97 | 96 |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,44 | 147 | 1 | 0,214 | 0,154 | 0,060 | 439 | 316 | 755 | 123 | 1,39 | 114 |
| 1,12 | 148 | 12 | 0,339 | 0,359 | —0,020 | 693 | 734 | 1427 | — 41 | 1,06 | 143 |
| 1,18 | 133 | 13 | 0,379 | 0,393 | —0,014 | 774 | 802 | 1576 | — 28 | 1,01 | 163 |
| 0,88 | 59 | 1 | 0,245 | 0,323 | —0,078 | 501 | 661 | 1162 | —160 | 0,86 | 25 |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,84 | 310 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,13 | 40 | 6 | 0,291 | 0,291 | 0,000 | 598 | 598 | 1196 | 0 | 1,00 | 133 |
| 1,04 | 129 | 27 | 0,362 | 0,355 | 0,007 | 741 | 729 | 1470 | 12 | 1,04 | 90 |
| 1,24 | 78 | 5 | 0,480 | 0,325 | 0,155 | 985 | 665 | 1650 | 320 | 1,45 | 130 |
| 1,14 | 172 | 1 | 0,421 | 0,404 | 0,017 | 865 | 829 | 1694 | 36 | 1,05 | 116 |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,11 | 139 | 3 | 0,389 | 0,384 | 0,005 | 798 | 785 | 1583 | 13 | 1,07 | 118 |
| 1,11 | 132 | 17 | 0,326 | 0,298 | 0,028 | 669 | 610 | 1279 | 59 | 1,13 | 86 |
| 1,08 | 80 | 28 | 0,369 | 0,345 | 0,024 | 753 | 708 | 1461 | 45 | 1,09 | 105 |
| 1,01 | 26 | 3 | 0,311 | 0,295 | 0,016 | 639 | 606 | 1245 | 33 | 1,05 | 51 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,49 | 63 | 5 | 0,316 | 0,335 | —0,019 | 649 | 687 | 1336 | — 38 | 0,94 | 128 |
| 1,08 | 126 | 18 | 0,320 | 0,324 | —0,004 | 656 | 662 | 1318 | — 6 | 1,03 | 62 |
| 1,08 | — 64 | 18 | 0,413 | 0,384 | 0,029 | 843 | 783 | 1626 | 60 | 1,11 | 34 |
| 1,13 | 76 | 1 | 0,345 | 0,314 | 0,031 | 707 | 641 | 1348 | 66 | 1,01 | 114 |

TABLA XIII *a* y *b*. — *Relació*

| Mes | Todos los días | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *f* | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | n |
| Septiembre | 60 | 7 | 0.503 | 0.480 | 0,023 | 1028 | 981 | 2009 | 17 |
| | 60,0-69,9 | 17 | 0,412 | 0,390 | 0.022 | 844 | 799 | 1643 | 45 |
| | 70,0-79,9 | 32 | 0,295 | 0,271 | 0,024 | 605 | 554 | 1159 | 51 |
| | 80,0-89,9 | 25 | 0,305 | 0,252 | 0.053 | 627 | 517 | 1144 | 110 |
| | 90,0-100 | 9 | 0,194 | 0.165 | 0,029 | 398 | 338 | 736 | 60 |
| Octubre | >60 | 11 | 0.640 | 0.597 | 0,043 | 1313 | 1220 | 2533 | 93 |
| | 60,0-69,9 | 24 | 0,335 | 0,316 | 0.019 | 685 | 649 | 1334 | 36 |
| | 70,0-79,9 | 21 | 0,379 | 0,355 | 0,024 | 777 | 729 | 1506 | 48 |
| | 80,0-89,9 | 16 | 0,314 | 0,290 | 0,024 | 641 | 592 | 1233 | 49 |
| | 90.0-100 | 13 | 0,276 | 0.226 | 0.050 | 565 | 464 | 1029 | 101 |
| Noviembre | >60 | 19 | 0.421 | 0.418 | 0.003 | 862 | 856 | 1718 | 6 |
| | 60,0-69,9 | 33 | 0,344 | 0,330 | 0,014 | 702 | 676 | 1378 | 26 |
| | 70,0-79,9 | 22 | 0,295 | 0,255 | 0,040 | 606 | 521 | 1127 | 85 |
| | 80,0-89,9 | 11 | 0.214 | 0,208 | 0,006 | 438 | 425 | 863 | 13 |
| | 90,0-100 | 5 | 0,243 | 0.173 | 0.070 | 498 | 355 | 853 | 143 |
| Diciembre | >60 | 17 | 0.419 | 0.412 | 0.007 | 859 | 843 | 1702 | 16 |
| | 60,0-69,9 | 30 | 0,359 | 0,340 | 0,019 | 733 | 694 | 1427 | 39 |
| | 70,0-79.9 | 23 | 0,344 | 0,334 | 0,011 | 705 | 683 | 1388 | 22 |
| | 80,0-89,9 | 13 | 0.235 | 0.209 | 0.026 | 481 | 427 | 908 | 54 |
| | 90,0-100 | 10 | 0,271 | 0,273 | —0.002 | 554 | 559 | 1113 | — 5 |
| Enero | >60 | 17 | 0.418 | 0.366 | 0.052 | 854 | 750 | 1604 | 104 |
| | 60,0-69,9 | 23 | 0,345 | 0,321 | 0,024 | 705 | 659 | 1364 | 4[illegible] |
| | 70,0-79.9 | 34 | 0,363 | 0,361 | 0,002 | 742 | 738 | 1480 | 4 |
| | 80,0-89,9 | 18 | 0.292 | 0.274 | 0,018 | 599 | 560 | 1159 | 39 |
| | 90.0-100 | 2 | 0,305 | 0,441 | —0.136 | 625 | 901 | 1526 | —276 |
| Febrero | >60 | 13 | 0,354 | 0.404 | —0.050 | 724 | 828 | 1552 | —104 |
| | 60,0-69,9 | 17 | 0.420 | 0,401 | 0,019 | 859 | 821 | 1680 | 38 |
| | 70,0-79,9 | 21 | 0,324 | 0,305 | 0,019 | 664 | 624 | 1288 | 4[illegible] |
| | 80,0-89,9 | 17 | 0,382 | 0,319 | 0,063 | 781 | 651 | 1132 | 13[illegible] |
| | 90.0-100 | 4 | 0,261 | 0,214 | 0,047 | 536 | 437 | 973 | 9[illegible] |

*on la humedad relativa*

| | | Días normales | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q | F | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $u$ | Q | F |
| 1,07 | 107 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,04 | 165 | 2 | 0,442 | 0,433 | 0,009 | 906 | 886 | 1792 | 20 | 1,02 | 195 |
| 1,16 | 280 | 7 | 0,295 | 0,285 | 0,010 | 606 | 582 | 1188 | 24 | 1,11 | 114 |
| 1,35 | 131 | 3 | 0,291 | 0,138 | 0,083 | 452 | 282 | 734 | 170 | 1,63 | 262 |
| 1,19 | 210 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,10 | 65 | 9 | 0,581 | 0,528 | 0,053 | 1189 | 1078 | 2267 | 111 | 1,12 | 78 |
| 1,11 | 111 | 19 | 0,349 | 0,325 | 0,024 | 712 | 668 | 1380 | 44 | 1,07 | 92 |
| 1,17 | 126 | 12 | 0,431 | 0,365 | 0,066 | 882 | 749 | 1631 | 133 | 1,32 | 147 |
| 1,11 | 130 | 4 | 0,315 | 0,251 | 0,064 | 643 | 513 | 1156 | 130 | 1,27 | 106 |
| 1,30 | — 84 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,03 | 93 | 11 | 0,413 | 0,445 | —0,032 | 846 | 910 | 1756 | — 64 | 0,97 | 102 |
| 1,07 | 184 | 14 | 0,309 | 0,321 | —0,012 | 631 | 659 | 1290 | — 28 | 1,01 | 153 |
| 1,30 | 137 | 1 | 0,327 | 0,372 | —0,045 | 670 | 761 | 1431 | — 91 | 0,88 | 220 |
| 1,17 | 109 | 1 | 0,249 | 0,104 | 0,145 | 510 | 211 | 721 | 299 | 2,40 | 492 |
| 1,54 | 44 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,03 | 83 | 10 | 0,441 | 0,432 | 0,009 | 904 | 884 | 1788 | 20 | 1,05 | 52 |
| 1,11 | 91 | 18 | 0,346 | 0,320 | 0,026 | 710 | 654 | 1364 | 56 | 1,10 | 102 |
| 1,04 | 164 | 9 | 0,350 | 0,321 | 0,029 | 716 | 658 | 1374 | 58 | 1,09 | 161 |
| 1,15 | 174 | 1 | 0,277 | 0,265 | 0,012 | 569 | 542 | 1111 | 27 | 1,05 | 94 |
| 1,06 | 15 | 1 | 0,196 | 0,170 | 0,026 | 403 | 348 | 751 | 55 | 1,16 | 89 |
| 1,13 | 67 | 14 | 0,422 | 0,364 | 0,058 | 864 | 745 | 1609 | 119 | 1,14 | 74 |
| 1,11 | 55 | 11 | 0,350 | 0,330 | 0,020 | 718 | 674 | 1392 | 44 | 1,12 | 95 |
| 1,04 | 89 | 19 | 0,330 | 0,334 | —0,004 | 675 | 683 | 1358 | — 8 | 1,05 | 107 |
| 1,18 | 197 | 7 | 0,276 | 0,247 | 0,029 | 566 | 507 | 1073 | 59 | 1,15 | 111 |
| 0,69 | 327 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,92 | — 13 | 8 | 0,404 | 0,433 | —0,029 | 827 | 888 | 1715 | — 61 | 0,97 | —35 |
| 1,13 | 39 | 12 | 0,415 | 0,375 | 0,040 | 850 | 769 | 1619 | 81 | 1,12 | 50 |
| 1,06 | 102 | 16 | 0,313 | 0,300 | 0,013 | 640 | 612 | 1252 | 28 | 1,05 | 113 |
| 1,39 | 60 | 6 | 0,315 | 0,309 | 0,006 | 645 | 631 | 1276 | 14 | 1,07 | 89 |
| 1,19 | 119 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

TABLA XIV *a* y *b*. — *Relació*

| Mes | Todos los días | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | u |
| Septiembre... | 0, 1/8 | 23 | 0,286 | 0,246 | 0,040 | 588 | 506 | 1094 | 82 |
| | 2/8, 3/8 | 10 | 0,359 | 0,286 | 0,073 | 733 | 586 | 1319 | 147 |
| | 4/8, 5/8 | 6 | 0,379 | 0,373 | 0,006 | 777 | 762 | 1537 | 15 |
| | 6/8, 7/8, 8/8 | 50 | 0,335 | 0,311 | 0,024 | 688 | 638 | 1326 | 50 |
| Octubre...... | 0, 1/8 | 32 | 0,391 | 0,347 | 0,044 | 801 | 711 | 1512 | 90 |
| | 2/8, 3/8 | 5 | 0,397 | 0,360 | 0,037 | 812 | 737 | 1549 | 75 |
| | 4/8, 5/8 | 7 | 0,466 | 0,407 | 0,059 | 954 | 834 | 1788 | 120 |
| | 6/8, 7/8, 8/8 | 44 | 0,341 | 0,330 | 0,011 | 699 | 675 | 1374 | 24 |
| Noviembre ... | 0, 1/8 | 32 | 0,326 | 0,341 | —0,015 | 669 | 700 | 1369 | — 31 |
| | 2/8, 3/8 | 6 | 0,299 | 0,299 | 0,000 | 611 | 611 | 1222 | 0 |
| | 4/8, 5/8 | 8 | 0,381 | 0,335 | 0,046 | 780 | 684 | 1464 | 96 |
| | 6/8, 7/8, 8/8 | 44 | 0,322 | 0,277 | 0,045 | 660 | 567 | 1227 | 93 |
| Diciembre ... | 0, 1/8 | 20 | 0,364 | 0,354 | 0,010 | 745 | 725 | 1470 | 20 |
| | 2/8, 3/8 | 14 | 0,324 | 0,304 | 0,020 | 661 | 620 | 1281 | 41 |
| | 4/8, 5/8 | 11 | 0,330 | 0,309 | 0,021 | 676 | 631 | 1307 | 45 |
| | 6/8, 7/8, 8/8 | 48 | 0,335 | 0,325 | 0,010 | 687 | 667 | 1354 | 20 |
| Enero ....... | 0, 1/8 | 37 | 0,334 | 0,315 | 0,019 | 685 | 644 | 1329 | 41 |
| | 2/8, 3/8 | 13 | 0,429 | 0,384 | 0,045 | 878 | 788 | 1666 | 90 |
| | 4/8, 5/8 | 13 | 0,320 | 0,327 | —0,007 | 658 | 670 | 1328 | — 12 |
| | 6/8, 7/8, 8/8 | 30 | 0,357 | 0,349 | 0,008 | 731 | 714 | 1445 | 17 |
| Febrero ..... | 0, 1/8 | 44 | 0,307 | 0,310 | —0,003 | 629 | 632 | 1261 | — 3 |
| | 2/8, 3/8 | 4 | 0,445 | 0,398 | 0,047 | 910 | 816 | 1726 | 94 |
| | 4/8, 5/8 | 3 | 0,521 | 0,426 | 0,095 | 1065 | 873 | 1938 | 192 |
| | 6/8, 7/8, 8/8 | 21 | 0,439 | 0,371 | 0,068 | 899 | 760 | 1659 | 139 |

*on el grado de la nebulosidad*

| | | Días normales | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q | F | Z | $E_+$ | E | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $u$ | Q | F |
| 1,23 | 207 | 8 | 0,291 | 0,276 | 0,030 | 597 | 568 | 1165 | 29 | 1,14 | 174 |
| 1,33 | 207 | 3 | 0,235 | 0,160 | 0,075 | 481 | 326 | 807 | 155 | 1,53 | 172 |
| 1,05 | 123 | 1 | 0,580 | 0,571 | 0,009 | 1191 | 1173 | 2364 | 18 | 1,01 | 70 |
| 1,16 | 193 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,20 | 120 | 29 | 0,408 | 0,356 | 0,052 | 834 | 730 | 1564 | 104 | 1,20 | 110 |
| 1,18 | 107 | 4 | 0,450 | 0,409 | 0,041 | 920 | 857 | 1757 | 83 | 1,20 | 83 |
| 1,16 | 86 | 6 | 0,466 | 0,404 | 0,062 | 956 | 828 | 1784 | 128 | 1,17 | 98 |
| 1,11 | 50 | 5 | 0,369 | 0,384 | —0,015 | 755 | 788 | 1543 | — 33 | 0,97 | 106 |
| 1,03 | 141 | 22 | 0,360 | 0,388 | —0,028 | 738 | 793 | 1531 | — 55 | 0,96 | 136 |
| 1,08 | 165 | 3 | 0,335 | 5,305 | 0,030 | 687 | 625 | 1312 | 62 | 1,19 | 151 |
| 1,16 | 136 | 1 | 0,245 | 0,324 | —0,079 | 501 | 661 | 1162 | —160 | 0,86 | 25 |
| 1,26 | 143 | 1 | 0,249 | 0,103 | 0,146 | 510 | 211 | 731 | 299 | 2,40 | 492 |
| 1,08 | 93 | 17 | 0,384 | 0,369 | 0,015 | 784 | 754 | 1538 | 30 | 1,07 | 90 |
| 1,08 | 147 | 6 | 0,340 | 0,336 | 0.004 | 694 | 686 | 1380 | 8 | 1,01 | 126 |
| 1,07 | 101 | 5 | 0,360 | 0,355 | 0,005 | 739 | 726 | 1465 | 13 | 1,02 | 87 |
| 1,08 | 110 | 11 | 0,358 | 0,305 | 0,053 | 732 | 624 | 1356 | 108 | 1,17 | 115 |
| 1,11 | 92 | 30 | 0,354 | 0,334 | 0,020 | 725 | 683 | 1408 | 42 | 1,11 | 96 |
| 1,11 | 75 | 9 | 0,403 | 0,326 | 0,077 | 823 | 669 | 1492 | 154 | 1,20 | 88 |
| 0,99 | 89 | 7 | 0,281 | 0,301 | —0,020 | 577 | 616 | 1193 | — 39 | 0,97 | 106 |
| 1,11 | 134 | 5 | 0,350 | 0,347 | 0,003 | 717 | 710 | 1427 | 7 | 1,06 | 94 |
| 1,05 | 12 | 29 | 0,311 | 0,316 | —0,005 | 639 | 649 | 1288 | — 10 | 1,02 | 64 |
| 1,12 | 9 | 2 | 0,519 | 0,465 | 0,054 | 1060 | 950 | 2010 | 110 | 1,12 | —15 |
| 1,21 | 70 | 3 | 0,521 | 0,426 | 0,095 | 1065 | 873 | 1938 | 192 | 1,21 | 70 |
| 1,33 | 69 | 8 | 0,432 | 0,404 | 0,028 | 885 | 828 | 1713 | 57 | 1,09 | 58 |

TABLA XV *a* y *b*. — *Relació*

| Mes | Todos los días | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | T | Z | E | $E_-$ | U | $u$ | $u_-$ | S | $u$ |
| Septiembre... | 0, 1 | 50 | 0,374 | 0,325 | 0,049 | 765 | 668 | 1433 | 97 |
| | 1-2, 2, 2-3 | 36 | 0,274 | 0,261 | 0,013 | 560 | 536 | 1096 | 24 |
| | 3, 4 | 4 | 0,211 | 0,178 | 0,033 | 433 | 364 | 797 | 69 |
| Octubre...... | 0, 1 | 64 | 0,415 | 0,388 | 0,027 | 850 | 794 | 1644 | 5[illegible] |
| | 1-2, 2, 2-3 | 21 | 0,266 | 0,240 | 0,026 | 545 | 490 | 1035 | 55 |
| | 3, 4 | 3 | 0,204 | 0,146 | 0,060 | 419 | 300 | 719 | 119 |
| Noviembre... | 0, 1 | 61 | 0,365 | 0,345 | 0,020 | 749 | 709 | 1458 | 40 |
| | 1-2, 2, 2-3 | 29 | 0,245 | 0,223 | 0,022 | 501 | 456 | 957 | 45 |
| | 3, 4 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| Diciembre.... | 0, 1 | 79 | 0,357 | 0,336 | 0,021 | 731 | 690 | 1421 | 41 |
| | 1-2, 2, 2-3 | 12 | 0,218 | 0,216 | 0,002 | 446 | 444 | 890 | 2 |
| | 3, 4 | 2 | 0,366 | 0,531 | —0,165 | 750 | 1086 | 1836 | —336 |
| Enero....... | 0, 1 | 78 | 0,360 | 0,339 | 0,021 | 738 | 692 | 1430 | 46 |
| | 1-2, 2, 2-3 | 15 | 0,315 | 0,335 | —0,020 | 646 | 685 | 1331 | — 39 |
| | 3, 4 | 0 | — | — | — | — | — | — | — |
| Febrero...... | 0, 1 | 59 | 0,374 | 0,355 | 0,019 | 766 | 726 | 1492 | 40 |
| | 1-2, 2, 2-3 | 11 | 0,326 | 0,276 | 0,050 | 669 | 568 | 1237 | 101 |
| | 3, 4 | 2 | 0,203 | 0,156 | 0,047 | 415 | 320 | 735 | 95 |

*on la transparencia*

| | | Días normales | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q | F | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $u$ | Q | F |
| 1,22 | 123 | 8 | 0,344 | 0,324 | 0,020 | 703 | 661 | 1364 | 42 | 1,14 | 92 |
| 1,13 | 280 | 4 | 0,219 | 0,171 | 0,048 | 447 | 350 | 797 | 97 | 1,40 | 311 |
| 1,19 | 357 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,12 | 89 | 37 | 0,452 | 0,397 | 0,055 | 926 | 813 | 1739 | 113 | 1,18 | 83 |
| 1,17 | 111 | 7 | 0,216 | 0,217 | —0,001 | 443 | 445 | 888 | — 2 | 1,07 | 283 |
| 1,40 | —268 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,12 | 156 | 23 | 0,372 | 0,401 | —0,029 | 761 | 821 | 1582 | — 60 | 0,96 | 123 |
| 1,18 | 100 | 4 | 0,224 | 0,160 | 0,064 | 457 | 329 | 785 | 128 | 1,48 | 275 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,08 | 100 | 38 | 0,370 | 0,345 | 0,025 | 759 | 709 | 1468 | 50 | 1,10 | 103 |
| 1,15 | 166 | 1 | 0,198 | 0,246 | —0,048 | 405 | 506 | 911 | —101 | 0,80 | 69 |
| 0,64 | 182 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,10 | 82 | 45 | 0,369 | 0,339 | 0.030 | 753 | 691 | 1444 | 62 | 1,13 | 90 |
| 1,05 | 209 | 6 | 0.234 | 0,266 | —0,032 | 479 | 546 | 1025 | — 67 | 0,91 | 141 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,08 | 54 | 38 | 0,370 | 0,361 | 0,009 | 759 | 740 | 1499 | 19 | 1,06 | 50 |
| 1,43 | —151 | 4 | 0,256 | 0,239 | 0,017 | 524 | 489 | 1013 | 35 | 1,05 | 124 |
| 1,31 | 230 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

TABLA XVI *a y b.* — *Relaci*

| Mes | Todos los días | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D | Z | $E_+$ | E | U | $n_+$ | $n_-$ | S | n |
| Septiembre... | N-E | 47 | 0,339 | 0,301 | **0,038** | 693 | 617 | 1310 | **76**[illegible] |
| | ESE-SSW | 37 | **0,317** | 0,281 | 0,036 | **650** | **577** | **1227** | 7[illegible] |
| | SW-NNW | 3 | **0.394** | **0,400** | —0,006 | **807** | **820** | **1627** | — **1**[illegible] |
| Octubre ..... | N-E | 51 | **0,382** | **0,350** | 0,032 | **781** | **719** | **1500** | 6[illegible] |
| | ESE-SSW | 23 | 0,384 | 0,375 | 0,009 | 784 | **767** | 1551 | **1**[illegible] |
| | SW-NNW | 3 | **0,580** | **0,496** | **0,084** | **1184** | **1018** | **2202** | **16**[illegible] |
| Noviembre... | N-E | 41 | 0,339 | 0,325 | 0,014 | 693 | 665 | 1358 | 2[illegible] |
| | ESE-SSW | 22 | **0,325** | **0,295** | **0,030** | **667** | **606** | **1273** | **6**[illegible] |
| | SW-NNW | 10 | **0,393** | **0,380** | 0,013 | **803** | **778** | **1581** | **2**[illegible] |
| Diciembre.... | N-E | 47 | 0,364 | 0,337 | 0,027 | 742 | 689 | 1431 | 5[illegible] |
| | ESE-SSW | 29 | **0,315** | **0,320** | —0,005 | **644** | **653** | **1297** | — [illegible] |
| | SW-NNW | 8 | **0,416** | **0,381** | **0,035** | **851** | **780** | **1631** | **7**[illegible] |
| Enero ....... | N-E | 56 | **0,350** | **0,337** | **0,013** | **719** | **690** | **1409** | **2**[illegible] |
| | ESE-SSW | 15 | 0,359 | 0,358 | 0,001 | 735 | 732 | 1467 | [illegible] |
| | SW-NNW | 8 | **0,426** | **0,445** | —0,019 | **872** | **914** | **1786** | — **4**[illegible] |
| Febrero ..... | N-E | 35 | **0,373** | **0,339** | **0.034** | **763** | **693** | **1456** | **7**[illegible] |
| | ESE-SSW | 12 | 0,390 | **0,401** | —0,011 | 800 | **821** | **1621** | — **2**[illegible] |
| | SW-NNW | 14 | **0,404** | 0,381 | 0,023 | **828** | 780 | 1598 | 4[illegible] |

*con la dirección del viento*

| | | Días normales | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q | F | Z | $E_+$ | $E_-$ | V | $n_+$ | $n_-$ | S | $v$ | Q | F |
| 1,16 | 173 | 5 | 0,350 | 0,295 | 0,055 | 719 | 605 | 1324 | 114 | 1,24 | 86 |
| 1,20 | 234 | 4 | 0,227 | 0,226 | 0,001 | 465 | 463 | 928 | 2 | 1,19 | 232 |
| 0,97 | 75 | 2 | 0,398 | 0,399 | —0,001 | 813 | 816 | 1629 | — 3 | 0,98 | 103 |
| 1,16 | 56 | 28 | 0,416 | 0,374 | 0,042 | 851 | 763 | 1614 | 88 | 1,18 | 67 |
| 1,11 | 95 | 10 | 0,438 | 0,381 | 0,057 | 897 | 780 | 1677 | 117 | 1,19 | 213 |
| 1,20 | 41 | 3 | 0,580 | 0,496 | 0,084 | 1184 | 1018 | 2202 | 166 | 1,20 | 40 |
| 1,13 | 199 | 13 | 0,338 | 9,348 | —0,010 | 691 | 711 | 1402 | — 20 | 1,06 | 197 |
| 1,26 | 177 | 6 | 0,374 | 0,427 | —0,053 | 764 | 875 | 1539 | —111 | 0,92 | 91 |
| 1,12 | — 5 | 6 | 0,408 | 0,409 | —0,001 | 836 | 838 | 1674 | — 2 | 1,07 | 85 |
| 1,12 | 90 | 25 | 0,370 | 0,331 | 0,039 | 758 | 679 | 1437 | 79 | 1,14 | 82 |
| 1,01 | 113 | 7 | 0,367 | 0,384 | —0,017 | 752 | 787 | 1439 | — 35 | 0,96 | 141 |
| 1,21 | 103 | 4 | 0,400 | 0,401 | —0,001 | 820 | 822 | 1642 | — 2 | 1,00 | 100 |
| 1,07 | 105 | 35 | 0,355 | 0,346 | 0,009 | 728 | 710 | 1438 | 18 | 1,05 | 80 |
| 1,12 | 122 | 4 | 0,310 | 0,313 | —0,003 | 636 | 641 | 1277 | — 5 | 1,03 | 127 |
| 0,97 | 24 | 2 | 0,454 | 0,426 | 0,028 | 929 | 872 | 1801 | 57 | 1,09 | 107 |
| 1,20 | 51 | 20 | 0,387 | 0,384 | 0,003 | 792 | 786 | 1578 | 6 | 1,03 | 71 |
| 1,00 | —225 | 5 | 0,370 | 0,338 | 0,032 | 758 | 691 | 1449 | 67 | 1,14 | 17 |
| 1,07 | 9 | 9 | 0,414 | 0,418 | —0,004 | 848 | 857 | 1705 | — 9 | 0,98 | 12 |

TABLA XVII *a* y *b*. — *Relación*

| Mes | Todos los días | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | V | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $u$ |
| Septiembre... | 0, 1 | 16 | 0,233 | 0,199 | 0,034 | 477 | 407 | 894 | 70 |
| | 1-2, 2, 3 | 46 | 0,353 | 0,314 | **0,039** | 722 | 641 | 1363 | **81** |
| | > 3 | 28 | **0,354** | **0,319** | 0,035 | **724** | **652** | **1376** | 72 |
| Octubre...... | 0, 1 | 30 | 0,310 | 0,265 | **0,045** | 633 | 542 | 1175 | **91** |
| | 1-2, 2, 3 | 37 | 0,360 | 0,345 | 0,015 | 739 | 706 | 1445 | 33 |
| | 3 | 21 | **0,484** | **0,456** | 0,028 | **990** | **934** | **1924** | 56 |
| Noviembre... | 0, 1 | 32 | 0,271 | 0,246 | 0,025 | 555 | 504 | 1059 | 51 |
| | 1-2, 2, 3 | 46 | 0,340 | 0,332 | 0,008 | 696 | 680 | 1376 | 16 |
| | > 3 | 12 | **0,423** | **0,371** | **0,052** | **868** | **760** | **1626** | **108** |
| Diciembre ... | 0, 1 | 23 | 0,264 | 0,244 | **0,020** | 540 | 499 | 1039 | **41** |
| | 1-2, 2, 3 | 54 | 0,362 | 0,350 | 0,012 | 742 | 718 | 1460 | 24 |
| | > 3 | 16 | **0,364** | **0,360** | 0,004 | **747** | **738** | **1485** | 9 |
| Enero ....... | 0, 1 | 41 | 0,330 | 0,286 | **0,044** | 673 | 586 | 1259 | **87** |
| | 1-2, 2, 3 | 43 | 0,360 | 0,373 | −0,013 | 738 | 762 | 1500 | — 24 |
| | 3 | 9 | **0,432** | **0,403** | 0,029 | **884** | **824** | **1708** | 60 |
| Febrero ..... | 0, 1 | 20 | 0,246 | 0,234 | 0,012 | 505 | 478 | 983 | 27 |
| | 1-2, 2, 3 | 41 | 0,404 | 0,366 | **0,038** | 828 | 750 | 1578 | **78** |
| | 3 | 11 | **0,416** | **0,420** | −0,004 | **851** | **860** | **1711** | — 9 |

*con la intensidad del viento*

| | | Días normales | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q | F | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $u$ | Q | F |
| 1,22 | 248 | 4 | 0,259 | 0,214 | 0,045 | 530 | 439 | 969 | 91 | 1,35 | 155 |
| 1, 15 | 154 | 5 | 0, 256 | 0, 206 | 0,050 | 524 | 422 | 946 | 102 | 1,30 | 228 |
| 1,22 | 245 | 3 | 0,434 | 0,461 | —0,027 | 889 | 942 | 1831 | — 53 | 0, 95 | 73 |
| 1,27 | 150 | 12 | 0,310 | 0,238 | 0,072 | 632 | 487 | 1119 | 145 | 1,39 | 171 |
| 1, 08 | 85 | 20 | 0,432 | 0,398 | 0,034 | 885 | 815 | 1700 | 70 | 1, 06 | 132 |
| 1,11 | — 18 | 12 | 0,493 | 0,460 | 0, 033 | 1008 | 940 | 1948 | 68 | 1,12 | 22 |
| 1, 15 | 157 | 7 | 0, 275 | 0,261 | 0,014 | 565 | 536 | 1101 | 29 | 1,10 | 159 |
| 1,16 | 159 | 15 | 0,354 | 0,385 | —0,031 | 725 | 789 | 1514 | — 64 | 1,03 | 173 |
| 1,17 | 1 | 5 | 0,439 | 0,451 | —0,012 | 899 | 924 | 1823 | — 25 | 0, 98 | 53 |
| 1,11 | 199 | 11 | 0, 291 | 0, 253 | 0,038 | 597 | 519 | 1116 | 78 | 1,14 | 164 |
| 1,08 | 109 | 22 | 0,375 | 0,364 | 0, 011 | 769 | 744 | 1513 | 25 | 1, 06 | 80 |
| 1, 02 | — 3 | 6 | 0.470 | 0,437 | 0,033 | 962 | 893 | 1855 | 69 | 1, 06 | 71 |
| 1,14 | 116 | 25 | 0, 324 | 0, 281 | 0,043 | 663 | 577 | 1240 | 86 | 1,17 | 111 |
| 1, 05 | 106 | 24 | 0,369 | 0,365 | 0, 004 | 754 | 747 | 1501 | 7 | 1, 04 | 83 |
| 1,12 | 28 | 2 | 0,514 | 0,490 | 0,024 | 1056 | 1005 | 2061 | 51 | 1,06 | 60 |
| 1,08 | 193 | 13 | 0, 251 | 0,240 | 0,011 | 512 | 491 | 1013 | 21 | 1,05 | 113 |
| 1,21 | 24 | 24 | 0,419 | 0,406 | 0.013 | 859 | 831 | 1690 | 28 | 1,07 | 32 |
| 1, 01 | — 325 | 5 | 0,356 | 0,371 | —0, 015 | 730 | 760 | 1490 | — 30 | 0, 98 | 16 |

TABLA XVIII *a* y *b*. —

| Mes | Todos los días | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | F | Z | E. | E | U | $n_+$ | $n_-$ | S |
| | 0-49,9 | 7 | 0,413 | 0,393 | 0,020 | 845 | 805 | 1650 |
| | 50,0-99,9 | 23 | 0,424 | 0,369 | 0,055 | 869 | 754 | 1623 |
| Septiembre... | 100,0-149,9 | 18 | 0,403 | 0,351 | 0,052 | 824 | 720 | 1544 |
| | 150,0-199,9 | 13 | 0,256 | 0,240 | 0,016 | 525 | 492 | 1017 |
| | >199,9 | 28 | 0,212 | 0,200 | 0,012 | 435 | 409 | 844 |
| | 0-49,9 | 13 | 0,437 | 0,397 | 0,040 | 894 | 812 | 1706 |
| | 50,0-99,9 | 26 | 0,385 | 0,373 | 0,012 | 788 | 762 | 1550 |
| Octubre ..... | 100,0-149,9 | 14 | 0,384 | 0,332 | 0,052 | 784 | 680 | 1464 |
| | 150,0-199,9 | 10 | 0,326 | 0,305 | 0,021 | 669 | 623 | 1292 |
| | >199,9 | 12 | 0,216 | 0,193 | 0,023 | 443 | 395 | 838 |
| | 0-49,9 | 8 | 0,422 | 0,380 | 0,042 | 864 | 778 | 1642 |
| | 50,0-99,9 | 20 | 0,370 | 0,360 | 0,010 | 757 | 739 | 1496 |
| Noviembre ... | 100,0-149,9 | 28 | 0,305 | 0,296 | 0,009 | 623 | 608 | 1231 |
| | 150,0-199,9 | 8 | 0,295 | 0,300 | —0,005 | 605 | 612 | 1217 |
| | >199,9 | 20 | 0,276 | 0,226 | 0,050 | 568 | 463 | 1031 |
| | 0-49,9 | 7 | 0,366 | 0,360 | 0,006 | 750 | 737 | 1487 |
| | 50,0-99,9 | 38 | 0,370 | 0,350 | 0,020 | 759 | 715 | 1474 |
| Diciembre ... | 100,0-149,9 | 17 | 0,337 | 0,330 | 0,007 | 690 | 677 | 1367 |
| | 150,0-199,9 | 10 | 0,298 | 0,246 | 0,052 | 610 | 506 | 1116 |
| | >199,9 | 13 | 0,266 | 0,277 | —0,011 | 547 | 569 | 1116 |
| | 0-49,9 | 17 | 0,393 | 0,388 | 0,005 | 803 | 793 | 1596 |
| | 50,0-99,9 | 35 | 0,414 | 0,389 | 0,025 | 848 | 795 | 1643 |
| Enero ....... | 100,0-149,9 | 22 | 0,287 | 0,255 | 0,032 | 589 | 523 | 1112 |
| | 150,0-199,9 | 7 | 0,204 | 0,172 | 0,032 | 419 | 353 | 772 |
| | >199,9 | 6 | 0,340 | 0,363 | —0,023 | 695 | 742 | 1437 |
| | 0-49,9 | 11 | 0,402 | 0,398 | 0,004 | 822 | 813 | 1635 |
| | 50,0-99,9 | 25 | 0,355 | 0,320 | 0,035 | 728 | 657 | 1385 |
| Febrero...... | 100,0-149,9 | 15 | 0,325 | 0,301 | 0,024 | 666 | 617 | 1283 |
| | 150,0-199,9 | 3 | 0,374 | 0,360 | 0,014 | 768 | 738 | 1506 |
| | >199,9 | 6 | 0,229 | 0,194 | 0,035 | 469 | 399 | 868 |

*con la caída del potencial*

| | | Días normales | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $u$ | Q | Z | $E_+$ | $E_-$ | U | $n_+$ | $n_-$ | S | $u$ | Q |
| 40 | 1,05 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 115 | 1,16 | 5 | 0,409 | 0,401 | 0,008 | 838 | 821 | 1659 | 17 | 1.08 |
| 104 | 1,20 | 3 | 0,233 | 0,193 | 0,040 | 477 | 395 | 872 | 82 | 1,23 |
| 33 | 1,22 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 26 | 1,21 | 4 | 0,219 | 0,171 | 0,048 | 447 | 350 | 797 | 97 | 1.40 |
| 82 | 1,19 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 26 | 1,04 | 19 | 0,472 | 0,441 | 0,031 | 968 | 902 | 1870 | 66 | 1,10 |
| 104 | 1,31 | 8 | 0,393 | 0,310 | 0,083 | 806 | 634 | 1440 | 172 | 1,50 |
| 46 | 1,12 | 5 | 0,389 | 0,350 | 0,039 | 796 | 717 | 1513 | 79 | 1,16 |
| 48 | 1,15 | 7 | 0,230 | 0,194 | 0,036 | 472 | 398 | 870 | 74 | 1,22 |
| 86 | 1,13 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 18 | 1,03 | 9 | 0,409 | 0,450 | —0,041 | 839 | 922 | 1761 | — 83 | 0,95 |
| 15 | 1,10 | 7 | 0,326 | 0,348 | —0,022 | 669 | 711 | 1380 | — 42 | 0,95 |
| — 7 | 1,01 | 4 | 0,278 | 0,285 | —0,007 | 569 | 583 | 1152 | — 14 | 1,00 |
| 105 | 1,43 | 6 | 0,305 | 0,281 | 0,024 | 623 | 576 | 1199 | 47 | 1,31 |
| 13 | 1,01 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 44 | 1,09 | 24 | 0,378 | 0,349 | 0,029 | 772 | 714 | 1486 | 58 | 1,09 |
| 13 | 1,06 | 7 | 0,409 | 0,382 | 0,027 | 838 | 782 | 1620 | 56 | 1,12 |
| 104 | 1,29 | 5 | 0,331 | 0,285 | 0,046 | 679 | 583 | 1262 | 96 | 1,23 |
| — 22 | 0,99 | 2 | 0,146 | 0,214 | —0,068 | 299 | 438 | 737 | —139 | 0,69 |
| 10 | 1,03 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 53 | 1,08 | 30 | 0,404 | 0,388 | 0,016 | 828 | 793 | 1621 | 35 | 1,06 |
| 66 | 1,17 | 16 | 0,291 | 0,260 | 0,031 | 595 | 531 | 1126 | 64 | 1,14 |
| 66 | 1,24 | 3 | 0,231 | 0,184 | 0,047 | 475 | 377 | 852 | 98 | 1.35 |
| — 47 | 1,14 | 2 | 0,240 | 0,231 | 0,009 | 492 | 474 | 966 | 18 | 1,09 |
| 9 | 1,02 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 71 | 1,12 | 22 | 0,383 | 0,359 | 0,023 | 783 | 733 | 1516 | 50 | 1.08 |
| 49 | 1,13 | 11 | 0,335 | 0,321 | 0,014 | 687 | 659 | 1346 | 28 | 1,09 |
| 30 | 0,98 | 2 | 0,204 | 0,226 | —0,022 | 416 | 463 | 879 | — 47 | 0,90 |
| 70 | 1,20 | 2 | 0,229 | 0,216 | 0,013 | 467 | 443 | 910 | 24 | 1,07 |

# BIBLIOGRAFÍA

---

La silice et les silicates, por HENRY LE CHATELIER. Un volumen en 8° de 574 páginas, con 60 láminas, edición de la librería Hermann, París.

Como con mucha propiedad lo hace notar el autor en la introducción, siempre que se desea estudiar la sílice ó algunos de los silicatos, hay necesidad de recurrir á los libros de mineralogía, pues los de química muy poco se ocupan de estos compuestos y de sus propiedades, salvo las enciclopedias de química.

En el volumen que nos ocupamos, el autor en una forma á la vez elegante y profunda, concisa y clara, trata : las propiedades químicas de los compuestos oxigenados del silicio, sílice hidratada, tanto natural como artificial ; sílice anhidra, amorfa y cristalizada ; propiedades caloríficas, mecánicas y eléctricas del cuarzo, su polarización rotatoria y doble refracción ; las diversas transformaciones de la sílice ; las propiedades generales de los vidrios, tanto físicas como químicas, deteniéndose en las propiedades ópticas ; los silicatos metálicos y su clasificación, haciéndonos ver las dificultades para agruparlos por sus analogías, clasificaciones geológicas y mineralógicas, las que agrupan estos compuestos en familia de misma forma cristalográfica, á silicatos de muy grandes diferencias de composición.

Le Chatelier manifiesta que estamos hoy día, en lo que respecta á clasificación de silicatos, como se encontraba hace cincuenta años, repecto á compuestos orgánicos, y que sólo los grandes trabajos en síntesis orgánicas han permitido clasificarlos racionalmente.

El autor desecha los sistemas de clasificación de los silicatos que se fundan en las *fórmulas binarias, notación por valencias,* y en las *fórmulas unitarias.* Al primer sistema por las disparidades en los silicatos de los sesquióxidos, en los silicatos dobles de protóxidos y sesquióxidos, y en los silicatos con agua de combinación, la que este sistema considera como agua de hidratación. Al segundo sistema, porque si bien es cierto que, desarrollando las fórmulas, puede, como se hace en química orgánica con los compuestos del carbono, representar la fórmula de cualquier silicato existente ó no, crea en cambio, teóricamente, una serie de

silicatos que en lugar de aclarar la clasificación, la hacen más confusa, pues no pueden ser aplicables á los silicatos las hipótesis de la polimerización sucesiva, aplicada en química orgánica á los carburos de hidrógenos, porque éstos son accesibles al control de la experiencia, por la relación ponderal del carbono al hidrógeno y la densidad de vapores, mientras que en los silicatos, por su infusibilidad é insolubilidad, existe verdadera dificultad hasta para la determinación de los pesos moleculares.

En fin, al tercer sistema, ó de las *fórmulas unitarias,* lo rechaza por poca claridad, dificultad de retenerlas en la memoria y sobre todo dificultad de darse cuenta de la constitución de los cuerpos por las fórmulas.

Admite para clasificar los silicatos el sistema de *sales complejas* de Verddsky, pues cree que admitiendo la existencia de ácidos complejos sílicoalumínicos, como se admite el fosfomolíbdico, está simplificado el problema.

Volviendo á las materias tratadas en este volumen, nos encontramos con los silicatos dobles de álcalis y bario, los dobles de álcalis y calcio, los calcáreos, los magnesianos, los aluminosos, los caolines, las arcillas, la cerámica y las rocas.

Por esta enunciación del plan de la obra, se manifiesta la manera que ha usado el autor para tratar el tema. En cada asunto comienza en una forma elemental, profundizando paulatinamente á medida que entra en materia, agotando los temas, tanto en su faz científica como técnica, llevando al lector por entre la química de los silicatos, sin descuidar ni la parte cristalográfica, haciéndole despertar tal interés que, al terminar la lectura, nos hemos preguntado, por qué no se estudia en un ciclo aparte la química de los compuestos del silicio, como se hace con la química de los compuestos del carbono.

M. Henry Le Chatelier con *La silice et les silicates,* ha dado un gran paso hacia esa química, colocándose en condiciones inmejorables para hacerla.

M. LEGUIZAMÓN PONDAL.

**Electronique et biologie**, par P. ACHALME, Masson y Cía., editores, 1913.

La vieja polémica entre los partidarios de la teoría diastosa substancia y los afiliados á la doctrina diastosa propiedad, se ha vuelto á animar con los nuevos trabajos de P. Achalme.

El director del Museo colonial de París ha reunido en un volumen, titulado *Electronique et biologie,* los trabajos agrupados alrededor de una teoría de la catálisis, basada en conceptos electrónicos. Esto justifica el título á primera vista enigmático, del libro *Electronique et biologie.* Achalme, después de una exposición crítica de las doctrinas recientes acerca de la constitución de la materia, desarrolla sus ideas al respecto.

Supone al átomo como un sistema constituído por granos de electricidad positiva (átomos de hidrógeno), ligados fuertemente por electrones cargados negativamente. El átomo así formado está dotado de una cierta capacidad de deformación, lo que está de acuerdo con los trabajos de Brann, Muller, Erzbach, Uraute, etc.

Esta concepción, según el autor, explica perfectamente la estabilidad del átomo, al mismo tiempo que permite comprender en una forma más acertada la noción de valencia.

Ahora bien; al lado de la química ordinaria, que estudia las transformaciones en la escala atómica, se puede concebir una química, que se preocupe de los equilibrios electrónicos. Al profundizar este concepto llega Achalme á una explicación electrónica de la catálisis. Según las ideas de Ostwald, los catalizadores son simples aceleradores de la velocidad de reacción, considerando á la catálisis en esta forma, podemos asimilar, bajo el punto de vista energético, los catalizadores á los factores de acción (luz, calor, etc.).

Achalme se pregunta si esta analogía no se puede llevar al terreno de las explicaciones mecánicas.

Su hipótesis sobre la constitución íntima de la materia le lleva á la conclusión de que en último análisis, en los factores de acción, encontraremos como elementos activos á los electrones.

Vamos á examinar únicamente el caso de la temperatura en la velocidad de reacción.

Como resulta de los trabajos de Van't Hoff, Kooj, Ahmenius, la acción de la temperatura sobre las reacciones químicas está sometida á una ley exponencial. Una elevación de temperatura de 10° duplica ó triplica la velocidad de reacción.

Esta ley no concuerda con la imagen basada en la teoría cinética. Ni los trabajos de Euler ni los de Goldschmidt han podido explicar satisfactoriamente esta discordancia.

La teoría electrónica de la catálisis admite que un catalizador obra sobre un sistema químico alterando su equilibrio electrónico. Al final de la reacción, como lo exige la termodinámica, la cantidad de materia y de energía, en los dos miembros de la ecuación, son iguales. De manera que los catalizadores obran por emisión ú absorción de electrones.

Pasemos ahora á ver cómo se puede encuadrar dentro de esta teoría la acción de la temperatura.

Richardson ha demostrado que el número de electrones emitidos por cuerpos calientes, como el C, H, y Va, crece según una ley exponencial. Estos electrones serían los elementos activos en la acción térmica y la ley Richardson haría desaparecer la dificultad más arriba apuntada.

Disipadas las últimas prevenciones contra la realidad molecular, las representaciones macanicistas, en las que tan fecundas se han mostrado los ingleses, han adquirido un mayor grado de veracidad.

Sin embargo el átomo es mundo demasiado complicado para que los esquemas de Achalme se amolden más ó menos á la realidad.

De cualquier modo tienen el valor de ser uno de los primeros pasos en el estudio de la química en la escala electrónica.

Los diastasas á la luz de los modernos trabajos han perdido la aureola mística que los rodeaba en otra época. Achalme trata de aplicar las nociones ya enunciadas para interpretar la acción diastásica.

Según el autor obraría como los catalizadores ordinarios, por simple alteración del equilibrio electrónico. Dice al respecto : « De acuerdo con los hechos que hemos expuesto, parecen ser soluciones coloidales, cuya fase sólida está formada por gránulos de una substancia albuminoidea ; más probablemente un lipoide. En la superficie de estos gránulos se fijan por absorción iones inorgánicos que provienen de la disociación de los eletrólitos disueltos en la fase líquida, y

que comunican á los gránulos una carga eléctrica determinada. » Y luego : « al contacto de los gránulos cargados de electricidad se produce un movimiento en los electrones interatómicos del cuerpo pasivo, provocando simplificación ó una complicación molecular ».

« El gránulo obra, pues, de una manera idéntica á la de los catalizadores clínicos y aun físicos. »

Como en el fondo de los fenómenos vitales descubrimos siempre el papel activo que desempeñan las diastasas, el autor se inclina á creer que el metabolismo celular no obedece á ninguna ley distinta de las leyes físicoquímicas ordinarias.

Estas son las consideraciones que le llevan al terreno de la biología. Al respecto son interesantes los capítulos referentes á fotobiogénesis, electrobiogénesis y á la acción clorofeliana, como también el dedicado á la secreción de las diastasas.

En un capítulo también muy importante trata de analizar el papel que desempeña la viscosidad en las acciones diastásicas.

Como resulta de numerosos trabajos, únicamente un número reducido de diastasas se ajustan á la ley de las masas. Estas diastasas son : la catalasa, la inulasa y la tripsina.

La invertina, la maltasa, la lactasa, la simasa y la lipasa siguen una ley más rápida que la que rige las acciones diastásicas producidas por los ácidos. Por último, la emulsina y la amilasa siguen en su comienzo una ley más lenta.

Achalme atribuye estas irregularidades á la acción de la viscosidad, factor que hasta la fecha no se había tenido en cuenta en estos procesos. En las catálisis producidas por coloides inorgánicos, se observa que la actividad catalítica presenta un paralelismo completo con la actividad del movimiento crowniano. Pero la fórmula de Einstein relaciona la actividad crowniana con la viscosidad. Un aumento de ésta origina una diminución de aquélla.

Achalme, después de numerosas experiencias realizadas en colaboración con Bressau, llega á la conclusión de que, cuando una diastasa no sigue la ley de las masas, es debido á la viscosidad del medio.

Diremos de paso que V. Henry creía que este fenómeno debía atribuírse á la formación de combinaciones intermediarias.

Tales son las ideas fundamentales de la obra de Achalme. Comprende los siguientes capítulos, escritos con gran claridad y sencillez : La electricidad positiva. La electricidad. Los cuerpos radioactivos. El átomo químico y su estructura. La molécula y la forma de los átomos. Los iones y los electrolíticos. Los iones gaseosos. El valor numérico del electrón. El éter y sus deformaciones. Los fenómenos de resonancia. Condiciones de liberación de los electrones (causas mecánicas, químicas, térmicas). Condición de liberación de los electrones (efecto fotoeléctrico, rayos X). Algunas ideas generales sobre la secreción del trabajo mecánico y la excreción del calor. La fosforescencia. La secreción de luz por los seres vivos. La corriente eléctrica. La secreción de electricidad por los seres vivos. Las acciones catalíticas de la electricidad. Acción catalítica de la luz. Los rayos ultravioletas. La función clorofiliana. Acción catalítica del calor. Acciones catalíticas de las radioacciones que emanan de los cuerpos radioactivos. La catálisis química en medio heterogéneo. La catálisis química en medio homogéneo. Leyes de las catálisis. La naturaleza química de las diastasas. El estado coloidal. Caracteres generales. Adsorción. El estado coloidal (elecluración de contacto, fenómenos de coagulación). El movimiento crowniano. La ley de acción

de las diastasas. La viscosidad. La ley de acción de las diastasas, teniendo en cuenta la viscosidad. Acción de los iones $\overset{+}{\mathrm{H}}$ y $\overset{-}{\mathrm{OH}}$ sobre las diastasas. Acciones de otros iones sobre las diastasas. Del rol de las substancias minerales que constituyen los seres vivos. Acción de la temperatura sobre las diastasas. La reversibilidad de las diastasas. La especificidad de las diastasas.

Esta obra es un esfuerzo más realizado para poner al alcance de los biólogos y médicos las recientes conquistas físicoquímicas.

Esta vulgarización es un problema lleno de interés. Muchas son las tentativas hechas al respecto ; recordaremos las de Urautze, V. Henry, Philip, Findlay, y Bottarri. Las opiniones sobre el valor de esta empresa están divididas.

Algunos pretenden, colocándose en un punto de vista extremo, que la físicaquímica atraviesa un período crítico de su evolución. Si se echa una mirada á los últimos resultados, se recibe una impresión de falta de equilibrio.

Las leyes que ayer parecían inconmovibles, se ven atacadas por investigaciones más minuciosas y completas ; las teorías se multiplican para contradecirse mutuamente. En definitiva, si la orientación es un tanto difícil dentro de esta ciencia, ¿cómo llevar sus resultados á la biología, que todavía lucha por salir del período puramente descriptivo?

La historia de la ley de Boyle-Mariotte encierra la clave de esta pretendida crisis. Si algunas leyes de una expresión sencilla se encuentran en desacuerdo con nuevos hechos, es debido á que su dominio de aplicación es limitado, pero esto no significa su bancarrota. Es una consecuencia inevitable en la evolución de una ciencia. Por otra parte, las ciencias más racionales han visto en la época actual turbados sus principios fundamentales.

Otros piensan que la biología tiene un carácter demasiado especial para que sus territorios puedan ser explorados con los métodos físicoquímicos.

Es la opinión de los metafísicos. Empero los investigadores con experiencias felices han equiparado un gran número de fenómenos biológicos ó fenómenos puramente físicoquímicos. En resumen ; los investigadores han adoptado una actitud progmotista ; no afirman que en definitiva la vida sea un fenómeno físicoquímico, pero creen que el problema encarado en una forma mecanicista es fecundo en resultados.

Existe una tercera opinión. Cómo introducir en el ciclo de estudios un médico ó biólogo conocimientos que exigen el concurso de ciertas partes de las matemáticas, no comprendidas en los estudios secundarios. La objeción tiene su razón de ser, pero hay que convenir que existen muchas maneras de enseñar la físicoquímica, principalmente cuando se quiere utilizar sus métodos experimentales y sus resultados generales.

La obra de Achalme está concebida en este espíritu y responde á uno de los movimientos más interesantes en el campo científico contemporáneo.

N. C. Lactau.

# PUBLICACIONES RECIBIDAS EN CANGE

## EXTRANJERAS *(conclusión)*

### Italia

Atti della I. R. Accad. di Scienze Lettere ed Arti degli Agiati, Rovereto — Atti della R. Accad. dei Fisiocritici, Siena. — Riv. Ligure, Genova. — Riv di Artiglieria e Genio, Roma. — Boll. della Soc. Geografica Italiana, Roma. — Ann. della Soc. degli Ing. e degli Architetti, Roma. — « Il Politecnico », Milano. — Boll della Soc Zoologica Italiana, Roma. — Gazz. Chimica Italiana, Roma. — L'Elettricitá, Milano. — Boll. Scientifico, Pavia. — Riv. Italiana di Scienze Naturali e Boll. del Naturalista Collettore, etc., Siena. — Atti della Soc. dei Naturalisti, Modena — Boll. della Soc. Entomologica Italiana, Firenze. — Boll. della Soc. Médico Chirurgica, Pavia. — Atti della Soc. Linguistica, Genova. — Boll. del R. Comtato Geologico d'Italia, Roma — Boll. della R. Scuola Super. d'Agricultura, Portici. — Atti della Assoc. Elettrotecnica Italiana, Roma — Il monitore Tecnico, Milano. — Boll. del R. Orto Botanico, Palermo. — Commissione Speciale d'Igiene del Municipio, Roma — Boll. Mensuale dell'Osservatorio Centrale del R. Colegio Alberto in Moncalieri, Torino. — Atti del R. Instituto d'Incoraggiamento, Napoli. — Accad. delle Scienze, Torino. — Atti della Soc. Toscana di Scienze Naturali, Pisa. — Ann. del Museo Civico di Storia Naturale, Genova. — Osservatorio Vaticano, Roma. — Rass. delle Scienze Geologiche in Italia, Roma. — L'Ingegneria Ferroviaria, Roma. — Atti della R. Accad. di Scienze, Lettere ed Arti, Modena. — Studi Sassaresi, Sassari — Riv. Tecnica Italiana, Roma. — Osservatorio della R. Universitá, Torino. — Atti del Collegio degli Ingegneri e Architetti, Palermo.

### Japón

The Botanical Magazine, Tokyo. — The Journal. of Geography, Tokyo. — Annotations Zoological Japaness, Tokyo. — The Zoological Society, Tokyo.

### Méjico

Bol. del Observ. Astronómico Magnético Metereológico Central Méjico. — Bol. del Observ. Nacional, Tacubaya. — An. del Museo Nacional, Méjico. — La medicina científica Méjico. — Memoria y Rev. de la Soc. científica, Antonio Alzate. — La Farmacia, Mejico. — An. del Inst. Médico Nacional, Méjico. — Bol. del Inst. Geológico, Méjico.

### Natal

Geological Survey of the Colony, Natal.

### Paraguay

An. de la Universidad, Asunción.

### Portugal

Bol. da Soc. Broteriana, Coimbra. — Jornal da Soc. das Sciencias Médicas, Lisboa. — Acad. R das Sciencias, Lisboa. — Bol. da Soc. de Geographia, Lisboa. — O Insttiuto Rev. Scient. é Litteraria, Coimbra. — Bol. do Observ. Metereológico é Magnético, Coimbra — Jornal das Sciencias Matemáticas é Astronómicas, Coimbra. — Bol. do Observ. da Universidade, Coimbra. — Bol. do Observ. Meterológico do Infante Dom Louis. Lisboa.

### Perú (Lima)

An. de Minas. — Bol. de la Soc. Geográfica. — La Gaceta Cientifica. — Informaciones y Memorias de la Soc. de Ingenieros del Perú. — Rev. de Ciencias.

### Rumania

Bol. d Soc. Geográfica, — Bucuresci.

### Rusia

Soc. de Sciences Expérimentales, Kharkow. — Bul. de la Soc. de Geographie, Helsingfors. — Memoires de la Acad. Imperdes Sciences, San Petersbourg. — Bull. de la Soc. Polithécnique, Moscow. — Rev. des Sciences Mathématiques, Moscow. — La Biblioteca Politecnica, San Petersbourg. — Las Ciencias Físico Matemáticas en la Actualidad y en el Porvenir, Moscow. — Soc. pro Fauna et Flora, Filandia, Helsingfors. Rusia. —

Bull. de la Soc. Impér. des Naturalistes, Moscow. — An. de la Soc. Phisico Chimique, San Petersbourg. — Bull. de la Soc. Imper. de Geographie, San Petersbourg. — Phisicalische Central Observatorium. San Petersburg. — Bull. du Jardin Imper. de Botanique, San Petersburg. — Korrespondensblat de Natufors Vereins, Riga. — Bull. du Comité Géologique, San Petersburg. — Bull. de la Soc. des Naturalistse de la Nouvelle Russie, Odesa.

### San Salvador

Observ. Meteorológico y Astronómico, El Salvador.

### Suecia y Noruega

Sveriges geologisca Underskning, Stockolm. — Bull. of the Geological Inst. University of Upsala, Suecia. — Kongl. Vetenskaps. Akademiens. Acad. des Sciences, Stockolm. — Reggia Soc. Scientiarum y Litterarum, Göteborgensis. — Porhandl et Vidensk Selskabet, Cristiania.

### Suiza

Bull. Tecnique de la Suisse Romande, Laussanne. — Geographich Ethnographiche gesellschaft. Zurich. — Soc. Helvétique des Sciences Naturelles, Berna. — Bull. de la Soc. Neufchateloise de Geographie.

### Uruguay (Montevideo)

Vida Moderna. — Rev. de la Asociacion Rural. — Bol. de la Enseñanza Primaria. — Bol. del Observ. Metereológico, Villa Colón. — An. de la Universidad. — An. del Museo Nacional. — Bol. del Observ. Metereorológico Municipal. — An. del Departamento de Ganaderia y Agricultura.

## NACIONALES

### Buenos Aires

Rev. de la Fac. de Agronomía y Veterinaria, La Plata — Rev. del Centro Universitario. La Plata. — Bol. de la Biblioteca Pública, La Plata. — An. del Museo, La Plata. — Oficina Químico Agrícola, La Plata. — An. del Observ Astronómico, La Plata. — Rev. Mensual de la Cámara Mercantil, Barracas al Sud.

### Capital

An. del Círculo Médico Argentino. — An. de la Universidad de Buenos Aires. — Archivos de Criminalogía, Medicina legal y Psiquiatria. — Bol. del Inst. Geográfico Argentino. — Bol. de Estadística Municipal. — Rev. Farmacéutica. — La Ingeniería. — An. del Depart Nacional de Higiene. — Rev. Nacional. — Rev. Técnica. — An. de la Soc. Rural Argentina. — An. del Museo Nacional de Buenos Aires. — Bol. Demográfico Argentino. — Rev. de la Soc. Médica Argentina — Rev. de la Asociacion Estudiantes de Ingeniería. — Rev de la Liga Agraria. — Rev. Jurídica y de Ciencias Sociales. — Bol. de la Union Industrial Argentina. — Bol. del Centro Naval. — El Monitor de La Educacion Común. — Enciclopedia Militar. — La Semana Médica. — Anuario de la Direccion de Estadística. — Rev. del Círculo Militar.

### Córdoba

Bol. de la Acad. Nac. de Ciencias.

### Entre-Ríos

An. de la Soc. Rural.

### Tucumán

Anuario Estadístico.

---

## SUBSCRIPCIONES

### Paris

Annales des Ponts et Chaussées. — « Revue ». — Contes Rendus de l'Académie des Sciences. — Annales de Chimie et de Physique. — Nouvelles Annales de Mathématiques. — « La Nature ». — Nouvelles Annales de la Constauction (Oppermann). — Revue Scientifique. — Revue de Deux Mondes.

### Roma

Trattato Generale dell'Arte dell'Ingegnere. — Giornale del Genio Civile.

### Milano

Il Costruttore. — L'Elettricitá.

### Londres

The Builder.

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1914. — ENTREGAS III-IV
TOMO LXXVIII

ÍNDICE



BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS
684 — CALLE PERÚ — 684

1914

---

## ADVERTENCIA

Los colaboradores de los *Anales,* que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos deben solicitarlo por escrito a la Dirección, la que le dará el tramite reglamentario. Por mayor número de ejemplares deberán entenderse con los editores señores Coni hermanos.

Tienen, además, derecho a la corrección de dos pruebas.

Los manuscritos, correspondencia, etc., deben enviarse a la Dirección **Cevallos, 269**.

*Cada colaborador es personalmente responsable de la tesis que sustenta en sus escritos.*

**La Dirección.**

---


## PUNTOS Y PRECIOS DE SUBSCRIPCIÓN

**Local de la Sociedad, Cevallos 269, y principales librerías**

| | Pesos moneda nacional |
|---|---|
| Por mes | 1.00 |
| Por año | 12.00 |
| Número atrasado | 2.00 |
| — para los socios | 1.00 |

LA SUBSCRIPCIÓN SE PAGA ADELANTADA

**El local social permanece abierto de 3 á 7 y de 8 á 12 pasado meridiano**

# UN PROBLEMA DE QUÍMICA

*(Continuación)*

---

## CASOS QUE SE PRESENTAN EN EL ESTABLECIMIENTO DE LAS ECUACIONES QUÍMICAS

### III

### REACCIONES QUE DAN ORIGEN Á TANTAS ECUACIONES ATÓMICAS COMO INCÓGNITAS

1° Sábese que el hidrógeno arseniado gaseoso ($AsH^3$) se prepara descomponiendo el arseniuro de zinc ($Zn^3As^2$) por el ácido sulfúrico ($SO^4H^2$) habiendo, á más, producción de sulfato de zinc ($SO^4Zn$).

Será, pues, la ecuación simbólica



$$x \,.\, Zn^3As^2 + y \,.\, SO^4H^2 = z \,.\, SO^4Zn + u \,.\, AsH^3 \qquad (I)$$

$3x = z$, ecuación atómica del zinc, Zn.
$2x = u$, ecuación atómica del arsénico, As.
$y = z$, ecuación atómica del azufre, S.
$4y = 4z$, ecuación atómica del oxígeno, O.
$2y = 3u$, ecuación atómica del hidrógeno, H.

Simplificada la ecuación del oxígeno se ve que resulta igual á la del azufre, y así el sistema se reduce á *cuatro ecuaciones* con *cuatro incógnitas*.

$$A \left\{ \begin{array}{lr} 3x - z = 0 & (1) \\ 2x - u = 0 & (2) \\ y - z = 0 & (3) \\ 2y - 3u = 0 & (4) \end{array} \right.$$

Eliminaremos la $z$ entre (1) y (3) por vía de resta

$$3x - z - (y - z) = 3x - z - y + z = 3x - y = 0.$$

$$\text{B}\left\{\begin{array}{ll} & 3x \qquad - z \quad = 0 \\ \text{B}'\left\{\begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array}\right. & \begin{array}{lr} 2x \qquad\quad - u = 0 & (1) \\ \qquad 2y - 3u = 0 & (2) \\ 3x - y \qquad\quad = 0 & (3) \end{array} \end{array}\right.$$

Eliminamos la $u$ entre (1) y (2) del sistema reducido B ', previa multiplicación por 3 de la (1)

$$6x - 3u - (2y - 3u) = 6x - 3u - 2y + 3u = 6x - 2y = 0$$

ó bien :

$$3x - y = 0,$$

simplificada.

El nuevo sistema equivalente será el C, y su reducido el C ' :

$$\text{C}\left\{\begin{array}{ll} & \begin{array}{lr} 3x \qquad - z \quad = 0 & (1) \\ 2x \qquad\quad - u = 0 & (2) \end{array} \\ \text{C}'\left\{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}\right. & \begin{array}{lr} 3x - y \qquad = 0 & (3) \\ 3x - y \qquad = 0 & (4) \end{array} \end{array}\right.$$

Las dos ecuaciones de éste se reducen á la sola $3x - y = 0$, de donde $y = 3x$; la (2) del C da $u = 2x$, y la (1) del mismo $z = 3x$. Están, pues, las incógnitas expresadas en función de la misma indeterminada $x$, luego si atribuimos á $x$ el menor valor entero $x = 1$, se tendrá

$$x = 1, \qquad y = 3, \qquad z = 3, \qquad u = 2$$

y la ecuación simbólica se convierte en la igualdad química de coeficientes mínimos :

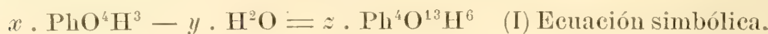


$$Zn^3As^2 + 3SO^4H^2 = 3SO^4Zn + 2AsH^3.$$

Resultados á que hubiéramos podido llegar, sin resolver el sistema, previa inspección de las ecuaciones atómicas.

2° Explicar la constitución de los ácidos polifosfóricos de Fleitmann y Henneberg, sabiendo que resultan de la condensación y deshidratación consecutiva de varias moléculas de ácido ortofosfórico $PhO^4H^3$.

*a)* Ácido polifosfórico de Fleitmann ($Ph^4O^{13}H^6$) :



$$x \,.\, PhO^4H^3 - y \,.\, H^2O = z \,.\, Ph^4O^{13}H^6 \quad \text{(I) Ecuación simbólica.}$$

$x = 4z$, ecuacion del fosfóro, Ph.
$4x - y = 13z$, ecuación del oxígeno, O.
$3x - 2y = 6z$, ecuación del hidrógeno, H.

$$\text{A} \left\{ \begin{array}{lr} x \qquad\quad - \ 4z = 0 & (1) \\ 4x - \ \ y - 13z = 0 & (2) \\ 3x - 2y - \ \ 6z = 0 & (3) \end{array} \right.$$

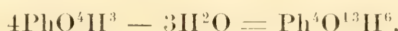
Procederemos aquí eliminando por substitución. De la (1) sale $x = 4z$, valor que llevado á la (2) y (3) sucesivamente, produce B :

$$\text{B} \left\{ \begin{array}{l} x \qquad\qquad\qquad\quad = 4z \\ 4 \cdot 4z - \ \ y - 13z = 0 \\ 3 \cdot 4z - 2y - \ \ 6z = 0 \end{array} \right.$$

Sistema que reducido se convierte en B′ :

$$\text{B}' \left\{ \begin{array}{l} x \qquad\quad = 4z \\ 3z - \ \ y = 0 \\ 6z - 2y = 0 \end{array} \right. \qquad \text{ó} \qquad \begin{array}{l} x = 4z \\ y = 3z \\ y = 3z \end{array}$$

Si se hace $z = 1$, sale $y = 3$, y por tanto $x = 4$. La ecuación simbólica se convierte en



$$4PhO^4H^3 - 3H^2O = Ph^4O^{13}H^6.$$

*b)* Ácido polifosfórico de Henneberg ($Ph^{10}O^{31}H^{12}$) :



$$x \cdot PhO^4H^3 - y \cdot H^2O = Ph^{10}O^{31}H^{12} \quad \text{(I) Ecuación simbólica.}$$

$x = 10z$, ecuación atómica del fósforo, Ph.
$4x - y = 31z$, ecuación atómica del oxígeno, O.
$3x - 2y = 12z$, ecuación atómica del hidrógeno, H.

$$\text{A} \left\{ \begin{array}{lr} x \qquad\quad - 10z = 0 & (1) \\ 4x - \ \ y - 31z = 0 & (2) \\ 3x - 2y - 12z = 0 & (3) \end{array} \right.$$

Procediendo por substitución sale :

$$\text{B} \left\{ \begin{array}{l} x = 10z \\ 4 \cdot 10z - \ \ y - 31z = 0 \\ 3 \cdot 10z - 2y - 12z = 0 \end{array} \right.$$

ó bien

$$\text{B}' \left\{ \begin{array}{l} x = 10z \\ 9z - \ \ y = 0 \\ 18z - 2y = 0 \end{array} \right.$$

Las dos últimas ecuaciones de B′ son idénticas, de modo que

$$x = 10z, \qquad y = 9z$$

y haciendo $x = 1$, la igualdad química es



$$10 \,.\, PhO^4H^3 - 9H^2O = Ph^{10}O^{31}A^{12}.$$

3° Preparar el ácido parasilícico $Si^3O^8H^4$ por hidratación del fluoruro de silicio $SiFl^4$, sabiendo que además de la *sílice gelatinosa* se obtiene ácido hidrofluosilícico ($SiFl^6H^2 + aq$).

La ecuación simbólica es:



$$x \,.\, SiFl^4 + y \,.\, H^2O + aq = z \,.\, SiFl^6H^2 + u \,.\, Si^3O^8H^4 + aq \quad (I)$$

$x = z + 3u$, ecuación del silicio, Si.
$4x = 6z$, ecuación del fluor, Fl.
$2y = 2z + 4u$, ecuación del hidrógeno, H.
$y = 8u$, ecuación del oxígeno, O.

$$x = z + 3u \qquad (1)$$
$$2x = 3z \qquad (2)$$
$$y = z + 2u \qquad (3)$$
$$y = 8u \qquad (4)$$

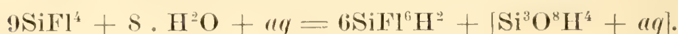
La $y$ en términos de $u$ de la (4) la substituimos en la (3) y dará $8u = z + 2u$ (3′); ó $8u - 2u = z$, ó bien $z = 6u$. Este valor llevado á la (1) y luego á la (2) dará $x = 6u + 3u = 9u$ (1′); $2x = 3 \,.\, 6u =$ (2′) ó $2x = 18u$ ó $x = 9u$, que es el mismo valor de $x$ que expresa (1′), se tiene, por tanto

$$x = 9u, \qquad y = 8u, \qquad z = 6u,$$

y para

$$u = 1, \qquad x = 9, \qquad y = 8, \qquad z = 6, \qquad u = 1.$$

Con esto la ecuación (I) se transforma en la igualdad química:



$$9SiFl^4 + 8 \,.\, H^2O + aq = 6SiFl^6H^2 + [Si^3O^8H^4 + aq].$$

4° Preparación del pentasulfuro de antimonio ($Sb^2S^5$).

Se le obtiene descomponiendo por el ácido clorhídrico (HCl) la disolución de sulfoantimoniato de sodio ($SbS^4Na^3$); se produce ClNa y $H^2S$ además.

Será la ecuación simbólica de la reacción



$$x \,.\, SbS^4Na^3 + y \,.\, HCl = z \,.\, NaCl + u \,.\, H^2S + v \,.\, Sb^2S^5 \quad (I)$$

$x = 2v,$ ecuación del antimonio, Sb. (1)
$4x = u + 5v;$ ecuación del azufre, S. (2)
$3x = z,$ ecuación del sodio, Na. (3)
$y = 2u,$ ecuación del hidrógeno, H. (4)
$y = z,$ ecuación del cloro, Cl. (5)

Substituyo al valor de $x$ de la (1) en términos de $v$ en la (2) y (3) y vendrá

$$4 \,.\, 2v = u + 5v \quad (2') \quad \text{ó} \quad u = 3v$$
$$3 \,.\, 2v = z \quad (3') \quad \text{ó} \quad z = 6v$$

El valor de $u$ en términos de $v$ sacado de la (2′), lo llevo á la (4) y da $y = 2 \,.\, 3v = 6v$ (4′). El valor de $z$ que da la (3′) lo llevo á la (5) y produce $y = 6v$ (5′) como la (4′), luego los valores de las incógnitas en términos de $v$ son :

$$x = 2v, \qquad y = 6v, \qquad z = 6v, \qquad u = 3v, \qquad v = v.$$

Haciendo $v = 1$ para obtener los coeficientes mínimos será

$$x = 2, \qquad y = 6, \qquad z = 6, \qquad u = 3, \qquad v = 1;$$

y la ecuación simbólica (I) se transforma en la igualdad química :



$$2 \,.\, SbS^4Na^3 + 6 \,.\, HCl = 6 \,.\, NaCl + 3 \,.\, H^2S + Sb^2S^5.$$

5° *Preparación del ácido piroantimónico.* $Sb^2O^7H^4$ ó meta-antimónico de M. Fremy. — Se descompone por el agua el percloruro de antimonio $SbCl^5$; se forma al propio tiempo ácido clorhidaico HCl.

Será la ecuación simbólica :



$$x \,.\, SbCl^5 + y \,.\, H^2O = z \,.\, HCl + u \,.\, Sb^2O^7H^4 \qquad (I)$$

$x = 2u,$ ecuación del antimonio, Sb. (1)
$5x = z,$ ecuación del cloro, Cl. (2)
$2y = z + 4u,$ ecuación del hidrógeno, H. (3)
$y = 7u,$ ecuación del oxígeno, O. (4)

Llevando el valor de $x$ en términos de $u$ que expresa la (1), á la (2), se obtiene : $5 \,.\, 2u = z$, ó $z = 10u$, y como la (4) da $y = 7u$, estos valores de $z$ y $u$ deben verificar la (3). En efecto, $2y = 10u + 4u$, $2y = 14u$ ó $y = 7u$ como en la (4). Tenemos pues :

$$x = 2u, \qquad y = 7u, \qquad z = 10u, \qquad u = u$$

y para

$$u = 1, \qquad x = 2, \qquad y = 7, \qquad z = 10, \qquad u = 1.$$

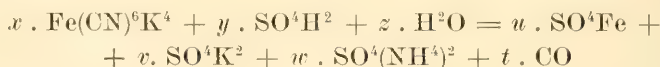
Será, pues, la ecuación química



$$2 \,.\, SbCl^5 + 7H^2O = 10HCl + Sb^2O^7H^4.$$

6° El óxido de carbono (CO) puede prepararse tratando *una* parte de ferrocianuro de potasio ($Fe(CN)^6K^4$) por *tres* de ácido sulfúrico concentrado ($SO^4H^2$). Hay formación de sulfatos de hierro, potasio y amonio y desprendimiento de óxido de carbono.

La ecuación simbólica de este complicado proceso químico es :



$$x \,.\, Fe(CN)^6K^4 + y \,.\, SO^4H^2 + z \,.\, H^2O = u \,.\, SO^4Fe +$$
$$+ v.\, SO^4K^2 + w \,.\, SO^4(NH^4)^2 + t \,.\, CO$$

$x = u,$ ecuación del hierro, Fe.
$6x = t,$ ecuación del carbono, C.
$6x = 2w,$ ecuación del nitrógeno, N.
$4x = 2v,$ ecuación del potasio, K.
$y = u + v + w,$ ecuación del azufre, S.
$4y + z = 4u + 4v + 4w + t,$ ecuación del oxígeno, O.
$2y + 2z = 8w,$ ecuación del hidrógeno, H.

Simplifiquemos las ecuaciones

$$x = u \qquad (1)$$
$$6x = t \qquad (2)$$
$$3x = w \qquad (3)$$
$$2x = v \qquad (4)$$
$$y = u + v + w \qquad (5)$$
$$4y + z = 4u + 4v + 4w + t \qquad (6)$$
$$y + z = 4w \qquad (7)$$

Substituyamos el valor de $x$ que indica el segundo miembro de la (1) en las cuatro primeras ecuaciones y se obtendrá

$$x = u, \qquad 6 \,.\, u = t, \qquad 3 \,.\, u = w, \qquad 2 \,.\, u = v$$

y así tendremos las incógnitas $x$, $t$, $w$, $v$ expresadas por medio de $u$. Expresemos también la restantes incógnitas en términos de $u$. Para ello, substituyamos en la (6) el valor que expresa el segundo miembro de la (5) y será

$$y = u + v + w; \quad 4\,(u + v + w) + z = 4u + 4v + 4w + t \qquad (6')$$

ó bien

$$4u + 4v + 4w + z = 4u + 4v + 4w + t$$

que simplificada produce $z = t$; como $t = 6u$, resulta $z = 6u$ también. Pasando á la ecuación (7) del sistema, tenemos : $y + 6u = 4w$, y como $w = 3u$, será $y + 6u = 12u$ ó $y = 12u - 6u = 6u$. Quedan así todas las incógnitas expresadas por $u$, pues que

$$x = u, \quad y = 6u, \quad z = 6u, \quad u = u, \quad v = 2u, \quad w = 3u, \quad t = 6u$$

y si se pone $u = 1$, será

$$x = 1, \quad y = 6, \quad z = 6, \quad v = 2, \quad w = 3, \quad t = 6$$

con lo que llegamos á la igualdad química.

## IV

### REACCIONES QUE ORIGINAN ECUACIONES EN NÚMERO INFERIOR EN UNA UNIDAD AL DE INCÓGNITAS, ES DECIR, SISTEMAS PROPIAMENTE INDETERMINADOS.

1° El óxido mercúrico (HgO) con el amoníaco líquido ($NH^3$) forma una base amidada poderosa cuya fórmula es $3HgO, HgN^2H^4 + 3H^2O$.

$$x \,.\, HgO + y \,.\, NH^3 + z \,.\, H^2O = u \,.\, [3HgO, HgN^2H^4 + \\ + 3H^2O] + v \,.\, H^2O \qquad (I)$$

$$A \begin{cases} x = 4u, \text{ ecuación del mercurio, Hg.} & (1) \\ x + z = 6u + v, \text{ ecuación del oxígeno, O.} & (2) \\ y = 2u, \text{ ecuación del nitrógeno, N.} & (3) \\ 3y + 2z = 10u + 2v, \text{ ecuación del hidrógeno, H.} & (4) \end{cases}$$

Es un sistema de *cuatro* ecuaciones con *cinco* incógnitas.

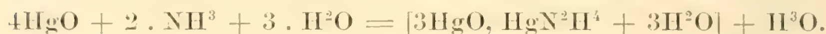
Si expresamos éstas en términos de $u$ tenemos : (1) $x = 4u$, substituyendo en la (2) viene $4u + z = 6u + v$; $z - v = 6u - 4u = 2u$ (2 ′), y con (3) $y = 2u$, es la (4) $3 \,.\, 2u + 2z = 10u + 2v$ ó $3u + z = 5u + v$; $z - v = 5u - 3u = 2u$ (4 ′). Esta ecuación final es idéntica con la (2 ′) lo que prueba la indeterminación del sistema. Resta resolver en términos enteros la $z - v = 2u$. Evidentemente, una solución entera se obtiene haciendo $z = 3u$, y $v = u$; y sin necesidad de pasar, en este caso, á los valores generales, [que, según el análisis, serían $z = 3u + t$, $v = u + t$ en que $t$ es una indeterminada que recibe valores enteros], llegamos á la expresión de las incógnitas en función de la única indeterminada $u$, puesto que

$$x = 4u, \quad y = 2u, \quad z = 3u, \quad v = u.$$

De modo que si atribuimos á $u$ el mínimo valor entero 1, será

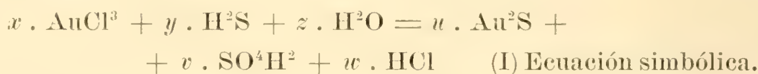
$$x = 4, \quad y = 2, \quad z = 3, \quad v = 1, \quad u = 1$$

y la reacción simbólica (1) se transforma en la igualdad química



$$4HgO + 2 \,.\, NH^3 + 3 \,.\, H^2O = [3HgO, HgN^2H^4 + 3H^2O] + H^3O.$$

2° Formular la reacción del *hidrógeno sulfurado* ($H^2S$) *sobre la disolución hirviente de cloruro aúrico* ($AuCl^3$), *sabiendo que se produce* $Au^2S$, $SO^4H^2$ y HCl.



$$x \,.\, AuCl^3 + y \,.\, H^2S + z \,.\, H^2O = u \,.\, Au^2S +$$
$$+ v \,.\, SO^4H^2 + w \,.\, HCl \qquad \text{(I) Ecuación simbólica.}$$

$x = 2u,$ ecuación del oro, Au. (1)

$3x = w,$ ecuación del cloro, Cl. (2)

$2y + 2z = 2v + w,$ ecuación del hidrógeno, H. (3)

$y = u + v,$ ecuación del azufre, S. (4)

$z = 4v,$ ecuación del oxígeno, O. (5)

Substituyendo en la (2) el valor de $x$ dado por la (1), resulta

$$3 \,.\, 2u = w; \qquad ó \qquad w = 6u \qquad (2')$$

El valor de $z$ de la (5) llevado á la (3), así como el de $w$ de (2') dan

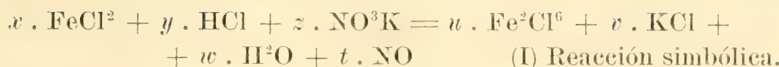
$$2y + 8v = 2v + 6u \qquad (3')$$

ó bien $2y + 6v = 6u$ ó $y + 3v = 3u$ (3'') y si en ésta ponemos por $y$ el valor dado por la (4) será $(u + v) + 3v = 3u$; $4v = 3u - u = 2u$; $v = \frac{1}{2}u$, y este valor llevado á la (4) dará $y = u + \frac{1}{2}u = \frac{3}{2}u$. El valor de $v$ llevado á la (5) da : $z = 4 \,.\, \frac{1}{2}u = 2u$. Tenemos así $x = 2u$, $y = \frac{3}{2}u$, $z = 2u$, $u = u$, $v = \frac{1}{2}u \,.\, w = 6u$. Es evidente que haciendo $u = 2$ se obtienen los valores enteros $x = 4$, $y = 2$, $z = 4$, $u = 2$, $v = 1$, $w = 12$ y la igualdad química será



$$4AuCl^3 + 3H^2S + 4H^2O = 2Au^2O + SO^4H^2 + 12HCl.$$

3° *Bióxido de ázoe* (NO). — Caliéntase una mezcla de protocloruro de hierro, ácido clorhídrico y nitrato de potasio. Se obtiene además, cloruro férrico, cloruro potásico y agua.



$$x \,.\, FeCl^2 + y \,.\, HCl + z \,.\, NO^3K = u \,.\, Fe^2Cl^6 + v \,.\, KCl + $$
$$+ w \,.\, H^2O + t \,.\, NO \qquad \text{(I) Reacción simbólica.}$$

$x = 2u$, ecuación del hierro, Fe. (1)

$2x + y = 6u + v$, ecuación del cloro, Cl. (2)

$y = 2w$, ecuación del hidrógeno, H. (3)

$z = t$, ecuación del nitrógeno, N. (4)

$3z = w + t$, ecuación del oxígeno, O. (5)

$z = v$, ecuación del potasio, K. (6)

Observamos que $z$, $t$, $v$ deben venir expresadas por lo mismos números, según se desprende de las ecuaciones (4) y (6). Por otra parte, entrando la $z$ en tres ecuaciones, nos parece conveniente, para la rapidez del cálculo, expresar las incógnitas en función de $z$.

Así, si en la (5) ponemos $z$ en vez de $t$ en el segundo miembro, viene : $3z = w + z$ ó $w = 3z - z = 2z$. Este valor de $w$ llevado á la (3) da $y = 2 \,.\, 2z = 4z$. Á causa de la (1) podemos poner en la (2) $2u$ en vez de $x$, y obtendremos $2 \,.\, 2u + y = 6u + v$ (2') ó $6u - 4u = y - v$, $2u = y - v$. Pero $y = 4z$, y $v = z$, luego $2u = 4z - z = 3z$; $u = \frac{2}{2}z$. Este valor de $u$ llevado á la (1) da $x = 2 \,.\, \frac{3}{2}z = 3z$. Resultan así todas las incógnitas en términos de $z$ puesto que se tiene :

$$x = 3z, \quad y = 4z, \quad z = z, \quad u = \frac{3}{2}z, \quad v = z, \quad w = 2z, \quad t = z.$$

Para que sean enteros los valores de $u$, única cantidad que tiene forma fraccionaria, bastará dar á $z$ el valor de 2, y haciendolo así resulta :

$$x = 3 \,.\, 2 = 6, \quad y = 4 \,.\, 2 = 8, \quad z = 2, \quad u = \frac{3}{2} \,.\, 2 = 3,$$
$$v = 2, \quad w = 2 \,.\, 2 = 4, \quad t = 2$$

Con lo que la ecuacion simbólica se convierte en la igualdad química



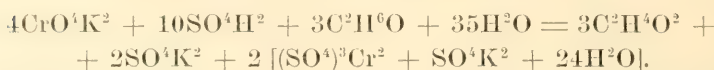
$$6FeCl^2 + 8HCl + 2NO^3K = 3Fe^2Cl^6 + 2KCl + 4H^2O + 2NO$$

idéntica con la que da Naquet en la página 211, tomo I.

4° *Alumbre de cromo (violeta).* Naquet en la página 394 de la cuarta edición francesa recomienda para obtenerlo, preparar una mezcla de cromato de potasio en solución acuosa de ácido sulfúrico y de alcohol, operando con lentitud para evitar el calentamiento de la masa; pues

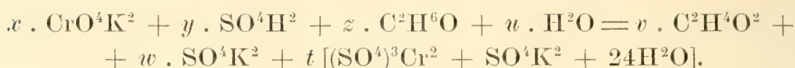
de lo contrario se produciría la modificación *verde* que daría un alumbre incristalizable.

He aquí la fórmula con que expresa la reacción



$$4CrO^4K^2 + 10SO^4H^2 + 3C^2H^6O + 35H^2O = 3C^2H^4O^2 + $$
$$+ 2SO^4K^2 + 2\,[(SO^4)^3Cr^2 + SO^4K^2 + 24H^2O].$$

Vamos á justificarla con las ecuaciones atómicas; escribiremos la reacción simbólica



$$x\,.\,CrO^4K^2 + y\,.\,SO^4H^2 + z\,.\,C^2H^6O + u\,.\,H^2O = v\,.\,C^2H^4O^2 +$$
$$+ w\,.\,SO^4K^2 + t\,[(SO^4)^3Cr^2 + SO^4K^2 + 24H^2O].$$

$x = 2t$, ecuación del cromo, Cr.
$4x + 4y + z + u = 2v + 4w + 4ot$, ecuación del oxígeno, O.
$2x = 2w + 2t$, ecuación del potasio, K.
$y = w + 4t$, ecuación del azufre, S.
$2y + 6z + 2u = 4v + 48t$, ecuación del hidrógeno, H.
$2z = 2v$, ecuación del carbono, C.

Simplificamos las ecuaciones y expresaremos las incógnitas en términos de $t$, por ser la incógnita que más se repite:

$$x = 2t \qquad (1)$$
$$4x + 4y + z + u = 2v + 4w + 4ot \qquad (2)$$
$$x = w + t \qquad (3)$$
$$y = w + 4t \qquad (4)$$
$$y + 3z + u = 2v + 24t \qquad (5)$$
$$z = v \qquad (6)$$

La (1) da $x = 2t$. Este valor, llevado á la (3) $2t = w + t$, da $w = t$ (3′). La (4) será ahora $y = t + 4t = 5t$. La (5) llevando en cuenta la (6) será $5t + 3z + u = 2z + 24t$: $z + u = 24t - 5t = 19t$ (5′). La (2) será : $4\,.\,2t + 4\,.\,5t + z + u - 2v = 4\,.\,t + 4ot$, pero por la (6) $v = z$, luego $8t + 2ot + z + u - 2z = 44t$; $u - z = 44t -$ $- 28t = 16t$ (2′).

Tenemos pues :

$$u + z = 19t \qquad (5')$$

$$u - z = 16t \qquad (2')$$

Por tanto

$$2u = 19t + 16t = 35t;\ u = \frac{35}{2}t$$

$$2z = 19t - 16t = 3t;\ z = \frac{3\,.\,t}{2}.$$

Hay pues:

$$x = 2t, \quad y = 5t, \quad z = \frac{3t}{2}, \quad u = \frac{35}{2}t,$$

$$v = z = \frac{3t}{2}, \quad w = t, \quad t = t.$$

Para que los valores de $z$ y $u$ sean enteros (los demás lo son para $t$ entero) basta hacer $t = 2$, con lo cual los coeficientes buscados son:

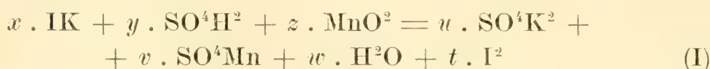
$$x = 2 \,.\, 2 = 4, \quad y = 5 \,.\, 2 = 10, \quad z = \frac{3t}{2} = \frac{3 \,.\, 2}{2} = 3 \,.$$

$$u = \frac{35}{2} \,.\, 2 = 35, \quad v = z = 3, \quad w = t = 2, \quad t = 2$$

idénticos con los de la ecuación de Naquet.

5° *Preparación del yodo y otros elementos halógenos.*

La ecuación simbólica es:



$$x \,.\, IK + y \,.\, SO^4H^2 + z \,.\, MnO^2 = u \,.\, SO^4K^2 +$$
$$+ v \,.\, SO^4Mn + w \,.\, H^2O + t \,.\, I^2 \qquad (I)$$

$x = 2t,$ ecuación del yodo, I. (1)

$x = 2u,$ ecuación del potasio, K. (2)

$y = u + v,$ ecuación del azufre, S. (3)

$4y + 2z = 4u + 4v + w,$ ecuación del oxígeno, O. (4)

$2y = 2w,$ ecuación del hidrógeno, H. (5)

$z = v,$ ecuación del manganeso, Mn. (6)

Algunas de estas ecuaciones pueden simplificarse, y la (4) manifiesta que $w$ debe ser par. Hagamos $w = 2w'$. Las ecuaciones vienen á ser:

$$x = 2t \qquad (1)$$
$$x = 2u \qquad (2)$$
$$y = u + v \qquad (3)$$
$$2y + z = 2u + 2v + w' \qquad (4)$$
$$y = 2w' \qquad (5)$$
$$z = v \qquad (6)$$

Podemos expresar las incógnitas en términos de $u$ de este modo: Comparando (1) y (2) resulta $t = u$, y por la (2) $x = 2u$. Si en la (4) ponemos por $y$ el valor que da la (3) resulta $2(u + v) + z = 2u + 2v + w'$ (3, 4), es decir, $z = w'$. Comparando ésta á la (6) encontramos $z = v = w'$. Volviendo á poner en la (4) el valor de $y$ dado por

la (5), y en vez de $z$, $w'$ se halla, á causa de $v = w$, $4'w' + w' = 2u + 2w' + w'$; $2u = 5w' - 3w'$; y en fin $w' = u$; por tanto $y$ en la (5) se convierte en $y = 2u$. Tendremos así:

$$x = 2u, \quad y = 2u, \quad z = u, \quad u = u, \quad v = u,$$
$$w = 2w' = 2u, \quad t = u.$$

De modo que haciendo $u = 1$, resultan los coeficientes mínimos de la igualdad química:

$$x = 2, \quad y = 2, \quad z = 1, \quad u = 1, \quad v = 1, \quad w = 2, \quad t = 1$$

y la reacción se formulará



$$2IK + 2SO^4K^2 + MnO^2 = SO^4K^2 + SO^4Mn + 2H^2O + I^2 \quad (II)$$

Es sabido que si se substituye al *yoduro*, el *cloruro*, ó el *bromuro*, podrán prepararse por la misma fórmula el *cloro*, ó el *bromo*. No es posible preparar el *fluor* por idéntico procedimiento.

## V

### REACCIONES QUE DAN ORIGEN Á SISTEMAS DE ECUACIONES MÁS QUE INDETERMINADAS, Ó EN LAS QUE EL NÚMERO DE INCÓGNITAS EXCEDE AL DE ECUACIONES EN MÁS DE UNA UNIDAD.

Para la mejor inteligencia de esta parte del problema que estamos desorrollando convendrá recordar algunas proposiciones de la teoría del análisis indeterminado de primer grado.

1ª Una ecuación de primer grado con dos incógnitas admite infinitas soluciones en general, pero se limita su número, si se somete á éstas á la condición de ser enteras, enteras y positivas ó divisibles por un cierto número.

Así, por ejemplo, la ecuación $5x + y = 63$ puede satisfacerse de muchos modos; si despejamos $y$, viene $y = 63 - 5x$. Si á $x$ le damos valores arbitrarios, ó mejor según la serie natural de los números á comenzar por cero, tendremos. Para

$$x = 0, \ 1, \ 2, \ 3, \ 4, \ 5, \ 6, \ 7, \ 8, \ 9, \ 10, \ 11, \ 12 \ldots$$
$$y = 63, \ 58, \ 53, \ 48, \ 43, \ 38, \ 33, \ 28, \ 23, \ 18, \ 13, \ 8, \ 3 \ldots$$

tendríamos así numerosas soluciones para la ecuación propuesta, pues

que no excluímos los números negativos que se engendrarían si diéramos á $x$ valores mayores que 12. Por otra parte, aunque hemos adoptado valores enteros para $x$, que hemos tomado como *variable independiente,* se concibe que pudieran tomarse valores fraccionarios, ó irracionales, para ella, resultando otros diversos para $y$ *(variable dependiente ó función).*

Estos valores que recibirían $y$ no serían arbitrarios, sino que estarían ligados con los de $x$ por una ley que expresa la ecuación $y = 63 - 5x$.

Así, observando la progresión de los valores de $x$ que son los términos sucesivos de la serie natural, los de $y$ siguen la ley de la progresión aritmética decreciente cuyo primer término es 63 y la *razón* ó diferencia 5.

Imaginemos ahora que hubiéramos sometido la ecuación á la condición expresa de que los valores de $x$ é $y$, además de ser enteros y positivos, fueran divisibles por 3. Tal condición aminoraría mucho el número de las soluciones, pues no serían más que [3, 48], [6, 33], [9, 18], [12, 3]. Si se pidiera que las soluciones fueran múltiplos de 7, solamente se satisfaría á esa condición con $x = 7$, $y = 28$; y por último, si se quisiera que ambos números fueran divisibles por 4, no habría posibilidad de satisfacer á esa condición.

2ª Para que una ecuación entera de primer grado con dos ó más incógnitas, se verifique por valores enteros de éstas, es necesario que el máximo común divisor de los coeficientes divida á la cantidad constante.

En efecto, sea la ecuación general de primer grado con varias incógnitas

$$ax + by + cz + \ldots = k \qquad (1)$$

en la que suponemos ser enteros los coeficientes y término independiente.

Si aquellos tienen un divisor común D, y $x$, $y$, $z$, ... han de tomar valores enteros, es necesario que $\frac{k}{D}$ sea entero también. Pues si no lo fuera, se seguiría el absurdo de que siendo el primer miembro divisible por D y por tanto entero, el segundo sería fraccionario.

En cuanto á la ecuación propuesta, tampoco podría tener soluciones enteras, pues que si las hubiera, harían múltiplo de D el primer miembro, mientras que $k$ no lo sería; luego todo divisor común de los coeficientes, tiene que serlo de la cantidad constante.

3ª Para que una ecuación de primer grado con dos ó más incógni-

tas tenga soluciones enteras y positivas, la suma de los coeficientes debe ser menor que el término independiente.

Esta proposición es evidente, pues sólo puede caer en defecto en el caso rarísimo en que cada incógnita fuese igual á la unidad.

Interesa ahora hallar una solución en números enteros de la ecuación de primer grado con dos incógnitas.

Ésta puede asumir las siguientes formas :

$$ax + by = k, \quad (1) \qquad ax - by = k, \quad (2)$$
$$-ax + by = k, \quad (3) \qquad -ax - by = k \quad (4)$$

Las formas (3) y (4) en que $a$ es negativo, pueden evitarse, puesto que multiplicando la ecuación por (— 1), se obtendría $ax - by = -k$ (3′), $ax + by = -k$ (4′) que serían las formas (2) ó (1) anteriores, pudiendo ser $k$ positivo ó negativo. Por tanto, podemos suponer $a$ siempre positivo. Se sobreentiende que $a$, $b$, $k$ son números enteros.

4ª El análisis ha descubierto varios medios para hallar una solución entera de la ecuación general $ax + by = k$; pero para nuestro objeto nos atendremos á la más sencilla, que para los problemas de química es siempre ó casi siempre aplicable.

Como los coeficientes de las ecuaciones atómicas, y muy especialmente los de la ecuación final del sistema, son números pequeños, despejaremos la incógnita de menor coeficiente é iremos asignando valores crecientes á la variable independiente hasta que resulte una división exacta. Esclareceremos el método con un ejemplo.

Que por tal procedimiento ha de llegarse necesariamente á una solución entera de la ecuación de coeficientes primos relativos $ax + by = k$, en que supondremos $a$ el menor coeficiente, lo prueba el que el número de residuos distintos que pueden obtenerse al substituir por $y$ los valores 0, 1, 2, 3, ... $a - 1$ en la expresión de $x = \frac{k - by}{a}$ son $a - 1$ á lo más, y entre ellos necesariamente uno ha de ser cero.

Si pues, un valor $\beta$ de $y$, fuese tal que estando comprendido entre 0 y $a - 1$ sin excluir á estos límites hiciese á $x$ entero, es decir, si se tuviese $x = \frac{k - b\beta}{a} = \alpha$, quedaría satisfecha la ecuación por los valores enteros $x = \alpha$, $y = \beta$, es decir, que se verificaría $a\alpha + b\beta = k$.

Podemos observar que en el caso de que uno de los coeficientes $a$ ó $b$ fuese la unidad, por ejemplo, $x + by = k$, se obtendría una primera solución poniendo $y = 0$, $x = k$.

5ª Cuando una ecuación de primer grado con dos incógnitas tiene

*una* solución en números enteros, admite un número indeterminado de las mismas. Sea la ecuación de coeficientes enteros y primos relativos $ax \pm by = k$ (1). Si $x = \alpha$, $y = \beta$ es una solución entera, se tendrá $a\alpha \pm b\beta = k$ (2). Restando ordenadamente ambas ecuaciones, de la (1) la (2), sale

$$a(x - \alpha) \pm b(y - \beta) = 0, \qquad x - \alpha = \frac{\mp b(y - \beta)}{a}. \qquad (3)$$

Debiendo ser entero el primer miembro, ha de serlo también el segundo, para lo que es preciso que $b$ ó $(y - \beta)$ sea divisible por $a$; pero $b$ no puede serlo, puesto que $b$ y $a$ son primos relativos ó entre sí, luego es necesario que $\frac{y - \beta}{a}$ sea entero, es decir, $\frac{y - \beta}{a} = t$, siendo $t$ una indeterminada que recibe valores enteros. De esa expresión deducimos

$$\frac{y - \beta}{a} = t \qquad y - \beta = at, \qquad y = \beta + at.$$

Ahora es $x - \alpha = \mp bt$, de donde $x = \alpha \mp bt$. Los valores generales, serán, pues, $x = \alpha \mp bt$, $y = \beta + at$, para la ecuación $ax \pm by = k$.

*Ejemplo.* Sea la ecuación $4x - 7y = 75$. Despejamos $x$ que es la incógnita de menor coeficiente

$$x = \frac{75 + 7y}{4}.$$

Ahora debemos poner en vez de $y$ los valores 0, 1, 2, 3. El valor cero, conduce á un valor de $x$ que no es entero, y lo mismo los valores 1, 2; pero el valor 3 da

$$x = \frac{75 + 7 \cdot 3}{4} = \frac{75 + 21}{4} = \frac{96}{4} = 24,$$

luego una solución entera es $x = 24$, $y = 3$. Hallada ésta, las demás están contenidas en las fórmulas

$$x = 24 + 7t, \qquad y = 3 + 4t.$$

Así, por ejemplo, si damos á $t$ el valor 5, será

$$x_5 = 24 + 7 \cdot 5 = 24 + 35 = 59, \qquad y_5 = 3 + 4 \cdot 5 = 23$$

y la ecuación será

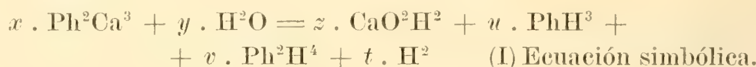
$$4 \cdot 59 - 7 \cdot 23 = 236 - 161 = 75$$

valores que verifican la ecuación.

Á veces es posible hallar una primera solución por métodos más breves. Las reacciones químicas expresadas por fórmulas matemáticas nos ofrecerán ejemplos variados que iremos haciendo notar. Por el momento, y para la inteligencia de los primeros problemas que vamos á tratar, no son necesarios mayores esclarecimientos de análisis indeterminado.

### *Reacciones químicas en que el número de incógnitas excede en dos al de las ecuaciones*

1° Un modo de preparar el gas inflamable consiste en tratar el fosfuro de calcio ($Ph^2Ca^3$) por el agua ($H^2O$). Prodúcese además hidrato cálcico, fósfuro gaseoso, líquido é hidrógeno.



$$x \,.\, Ph^2Ca^3 + y \,.\, H^2O = z \,.\, CaO^2H^2 + u \,.\, PhH^3 +$$
$$+ v \,.\, Ph^2H^4 + t \,.\, H^2 \qquad \text{(I) Ecuación simbólica.}$$

$2x = u + 2v$, ecuación del fósforo, Ph.
$3x = z$, ecuación del calcio, Ca.
$2y = 2z + 3u + 4v + 2t$, ecuación del hidrógeno, H.
$y = 2z$, ecuación del oxígeno, O.

$$A \left\{ \begin{array}{ll} 2x - u - 2v = 0 & (1) \\ 3x - z = 0 & (2) \\ 2y - 2z - 3u - 4v - 2t = 0 & (3) \\ y - 2z = 0 & (4) \end{array} \right.$$

Eliminamos la $u$ entre (1) y (3) para lo cual multiplicamos por 3 la (1) y de ella restamos la (3) : resulta, simplificando

$$\begin{array}{ll} 3x - y + z - v + t = 0 & (1', 3) \\ 6x - \quad - 3u - 6v = 0 & (1' = 1, 3) \\ 2y - 2z - 3u - 4v - 2t = 0 & (3) \\ 6x - 2y + 2z - 2v + 2t = 0 & \end{array}$$

El nuevo sistema equivalente B sera :

$$B \left\{ \begin{array}{l} 2x - u - 2v = 0 \\ B' \left\{ \begin{array}{ll} 3x - z = 0 & (1) \\ y - 2z = 0 & (2) \\ 3x - y + z - v + t = 0 & (3) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

En el sistema reducido B′ elimino la $y$ entre (2) y (3) por vía de suma:

$$3x \qquad - z - v + t = 0. \qquad (2 \text{ y } 3)$$

Formaremos el sistema equivalente C:

$$\text{C} \left\{ \begin{array}{ll} 2x - u - 2v = 0 & \\ y - 2z = 0 & \\ \text{C}' \left\{ \begin{array}{l} 3x - z = 0 \\ 3x - z - v + t = 0 \end{array} \right. & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \end{array} \end{array} \right.$$

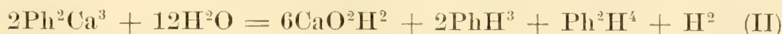
En el sistema reducido C′ eliminamos la $z$ y observaremos que al propio tiempo desaparece la $x$, quedando como ecuación final $- v + t = 0$, que da $v = t$. Podríamos pasar á resolver la (1), pero como no está ligada con $v$ ó $t$, sólo nos daría $z$ en términos de $x$, así como la anterior daría $y$ en partes de $z$, que podrían expresarse en términos de $x$; pero conviene más tomar la $2x - u - 2v = 0$ que escribiremos $2x - u = 2v$ y trataremos de hallar una solución de $x$ y $u$ en términos de $v$; para ello, se observa que basta hacer $x = 2v$, y $u = 2v$, pues que tendríamos $2 \,.\, 2v - 2v = 2v$ que verificaría la ecuación. Los valores generales serían $x = 2v + m$, $u = 2v + 2m$, en que $m$ es una indeterminada que recibe valores enteros. Ahora la (1) de C′ da $z = 3x$ ó sea $z = 3(2v + m) = 6v + 3m$; y la segunda de las ecuaciones superiores de C da $y = 2z = 2(6v + 3m) = 12v + 6m$. Estarían, pues, expresadas todas las incógnitas en función de las dos únicas indeterminadas $v$ y $m$. Sólo faltaría asignar á éstas valores convenientes. La inspección de las fórmulas que dan las incógnitas manifiesta que basta atribuir á $v$ un valor positivo cualquiera para que éstas sean enteras; y que no hay inconveniente en atribuir á $m$ el valor cero. Hecho así, resulta:

$$x = 2v, \quad y = 12v, \quad z = 6v, \quad u = 2v, \quad v = v, \quad t = v.$$

Si á $v$ le asignamos el valor 1 resulta:

$$x = 2, \quad y = 12, \quad z = 6, \quad u = 2, \quad v = 1, \quad t = 1$$

y así llegamos á la igualdad química:

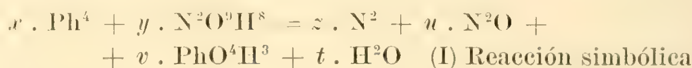


$$2Ph^2Ca^3 + 12H^2O = 6CaO^2H^2 + 2PhH^3 + Ph^2H^4 + H^2 \qquad (II)$$

2° Al atacar el fósforo por el ácido nítrico (usaremos el cuadrihidratado) dice el doctor Miero que á mas del ácido fosfórico, término de

la oxidación de aquél, se produce una mezcla de nitrógeno y de protóxido de nitrógeno.

El autor no formula la reacción. Intentemos nosotros el expresarla:



$$x \,.\, Ph^4 + y \,.\, N^2O^9H^8 = z \,.\, N^2 + u \,.\, N^2O +$$
$$+ v \,.\, PhO^4H^3 + t \,.\, H^2O \quad \text{(I) Reacción simbólica}$$

$4x = v$, ecuación del fósforo, Ph.
$2y = 2z + 2u$, ecuación del nitrógeno, N.
$9y = u + 4v + t$, ecuación del oxígeno, O.
$8y = 3v + 2t$, ecuación del hidrógeno, H.
Este sistema simplificado lo escribiremos así:

$$A \left\{ \begin{array}{llr} 4x - v = 0 & & (1) \\ y - z - u = 0 & & (2) \\ 9y - u - 4v - t = 0 & & (3) \\ 8y - 3v - 2t = 0 & & (4) \end{array} \right.$$

Eliminaremos la $u$ entre (2) y (3) por vía de resta: $8y + z - 4v - t = 0$.
El nuevo sistema equivalente B será:

$$B \left\{ \begin{array}{ll} y - z - u = 0 & (1) \\ B' \left\{ \begin{array}{l} 4x - v = 0 \\ 8y - 3v - 2t = 0 \\ 8y + z - 4v - t = 0 \end{array} \right. & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \\ (3) \end{array} \end{array} \right.$$

En el sistema reducido B′ eliminamos la $y$ restando de la (3) la (2).
$z - v + t = 0$.

Se origina otro sistema equivalente, el C.

$$C \left\{ \begin{array}{ll} y - z - u = 0 & (1) \\ 8y - 3v - 2t = 0 & (2) \\ C' \left\{ \begin{array}{l} 4x - v = 0 \\ z - v + t = 0 \end{array} \right. & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \end{array} \end{array} \right.$$

En el sistema reducido C′ eliminamos la $v$ y resulta $4x - z - t = 0$ como ecuación final. Ésta la escribiremos de este modo: $4x - z = t$. Un modo de satisfacerla consiste en hacer $x = t$ y $z = 3t$. Los valores generales serían:

$$x = t + m$$
$$z = 3t + 4m$$
$$y = \frac{7}{4}t + \frac{3}{2}m$$

$$v = 4t + 4m$$
$$u = -\frac{5}{4}t - \frac{10}{4}m.$$

Ahora, de la (2) de C′ ó más simplemente de la (1) se deduce:

$$v = 4x \quad \text{ó} \quad v = 4[t + m] = 4t + 4m.$$

De la (2) de C sale:

$$8y = 3v + 2t = 3\,(4t + 4m) + 2t = 12t + 12m + 2t = 14t + 12m$$

$$y = \frac{14}{8}t + \frac{12}{8}m = \frac{7}{4}t + \frac{6}{4}m = \frac{7}{4}t + \frac{3}{2}m.$$

De la (1) de C sale:

$$u = y - z = \frac{7}{4}t + \frac{3}{2}m - (3t + 4m)$$

$$u = \frac{7}{4}t - 3t + \frac{3}{2}m - 4m = \frac{7t - 12t}{4} + \frac{3m - 8m}{2} = \frac{-5}{4}t - \frac{5}{2}m.$$

Tenemos expresadas todas las incógnitas en función de $t$ y $m$, pero no lo están todas en función entera de esas indeterminadas y la comodidad del cálculo lo pediría. Esto es fácil de conseguir, haciendo $t = 4t'$ y $m = 4m'$.

Tendríamos así las expresiones siguientes:

$$x = 4t' + 4m'$$
$$y = 7t' + 6m'$$
$$z = 12t' + 16m'$$
$$u = -5t' - 10m'$$
$$v = 16t' + 16m'$$

Como los valores de las incógnitas deben ser enteros y positivos y $u$ aparece negativo por la forma, podría pensarse que el término á que sirve de coeficiente en la reacción no debe existir, es decir, que no hay producción de protóxido de nitrógeno. Pero esa conclusión *a priori* sería aventurada. Para dilucidar el caso, es necesario ver si no habría valores de $t'$ y $m'$ que hiciesen á $u$ y á las demás incógnitas, enteras y positivas.

Pero antes de emprender ese delicado análisis conviene cerciorarse de si no se han cometido errores de cálculo al hallar las expresiones generales de las incógnitas. Implica ello el examinar si tales valores verifican á todas las ecuaciones del sistema.

$4x = v \qquad 4\,(4t' + 4m') = 16t' + 16m' \quad$ (se verifica) (1)

$y = z + u \qquad 7t' + 6m' = 12t' + 16m' +$
$+ (-5t' - 10m') = 7t' + 6m' \quad$ (se verifica) (2)

$9y = u + 4v + t \qquad 9\,(7t' + 6m') = (-5t' - 10m') +$
$+ 4\,(16t' + 16m') + 4t' =$ etc. (se verifica) (3)

$8y = 3v + 2t \qquad 8\,(7t' + 6m') = 3\,(16t' + 16m') +$
$+ 2\,(4t')$ (se verifica) (4)

Ahora para que las incógnitas sean positivas pondremos:

$x > 0 \qquad 4t' + 4m' > 0$

ó $\quad t' + m' > 0 \qquad m' > -t'$ (1)

$y > 0 \qquad 7t' + 6m' > 0$

$6m' > -7t' \qquad m' > -\frac{7}{6}t'$ (2)

$z > 0 \qquad 12t' + 16m' > 0$

ó $\quad 3t' + 4m' > 0 \qquad 4m' > -3t'; \qquad m' > -\frac{3}{4}t'$ (3)

$u > 0 \qquad -5t' - 10m' > 0$

$-10m' > 5t'; \qquad -2m' > t'; \qquad -m' > \frac{t'}{2}; \qquad m' < -\frac{t'}{2}$ (4)

$v > 0 \qquad 16t' + 16m' > 0$

$t' + m' > 0 \qquad m' > -t'$ (5)

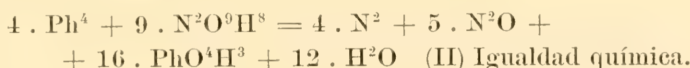
Vemos por el examen de las desigualdades finales, que $m'$ debe ser negativo y además que debe estar comprendido su valor entre $-t'$ y $-\frac{t'}{2}$.

Si á $t'$ le asignáramos el valor 1, no habría números enteros comprendidos entre $-1$ y $-\frac{1}{2}$. Si suponemos $t' = 2$, no habría tampoco números enteros comprendidos entre $-2$ y $-1$. Pero si hacemos $t' = 3$, habría un entero comprendido entre $-3$ y $-\frac{2}{3} = -1{,}5$ y ese número sería $-2$. Haremos, pues, á $m = -2$.

Tendremos así:

$$\begin{aligned}
x &= 4 \cdot 3 + 4(-2) = 12 - 8 = 4\\
y &= 7 \cdot 3 + 6(-2) = 21 - 12 = 9\\
z &= 12 \cdot 3 + 16(-2) = 36 - 32 = 4\\
u &= -5 \cdot 3 - 10(-2) = -15 + 20 = 5\\
v &= 16 \cdot 3 + 16(-2) = 48 - 32 = 16\\
t &= 4t' = 4 \cdot 3 = \qquad = 12
\end{aligned}$$

Llegamos por fin á determinar los coeficientes mínimos de esa reacción, de que hablan todos los autores, no he visto formulada, llevando en cuenta esa mezcla de nitrógeno y de protóxido de que habla el doctor Miero. Hela aquí:



$$4 \cdot Ph^4 + 9 \cdot N^2O^9H^8 = 4 \cdot N^2 + 5 \cdot N^2O + \\ + 16 \cdot PhO^4H^3 + 12 \cdot H^2O \quad \text{(II) Igualdad química.}$$

Á veces la simplificación de las ecuaciones ú otra marcha en la eliminación, conduce á cálculos más sencillos. En el ejemplo propuesto es fácil notar que $v$ debe ser múltiplo de 4, y que $t$ debe serlo de 2. De modo que el sistema de las primitivas ecuaciones atómicas con esas substituciones $v = 4v'$, $t = 2t'$, aparecerá ser el A ó mejor el A'.

$$\begin{aligned}
4x &= v\\
2y &= 2z + 2u\\
9y &= u + 4v + t\\
8y &= 3v + 2t
\end{aligned}$$

$$\text{A}\left\{\begin{aligned}
4x &= 4v'\\
y &= z + u\\
9y &= u + 16v' + 2t'\\
8y &= 12v' + 4t'
\end{aligned}\right.
\qquad
\text{A}'\left\{\begin{aligned}
x \quad\quad - v' \quad\quad &= 0 \quad (1)\\
y - z - u \quad\quad &= 0 \quad (2)\\
9y \quad - u - 16v' - 2t' &= 0 \quad (3)\\
2y \quad\quad - 3v' - t' &= 0 \quad (4)
\end{aligned}\right.$$

Empezaremos aquí eliminando la $u$ entre la (2) y la (3) por vía de resta, y obtendremos: $8y + z - 16v' - 2t' = 0$. El nuevo sistema equivalente será el B.

$$\text{B}\left\{\begin{aligned}
& y - z - u = 0 && 1)\\
& \text{B}'\left\{\begin{aligned}
x \quad - v' \quad &= 0 && (1)\\
2y \quad - 3v' - t' &= 0 && (2)\\
8y + z - 16v' - 2t' &= 0 && (3)
\end{aligned}\right.
\end{aligned}\right.$$

Eliminaremos en el sistema reducido B' la incógnita $t'$ entre la ecuaciones (2) y (3).

$$\begin{aligned}
2 \cdot 2y - 2 \cdot 3v' - 2t' &= 0 \qquad (2 \cdot 2)\\
8y + z - 16v' - 2t' &= 0 \qquad (3)
\end{aligned}$$

$$4y + z - 10v' - \quad = 0$$

La ecuación resultante manifiesta que $z$ debe ser par; pondremos por tanto $z = 2z'$ y la ecuación podrá simplificarse convirtiéndose en $2y + z' - 5v' = 0$. Se originará un nuevo sistema equivalente C más sencillo, que será:

$$C \begin{cases} y - z - u = 0 & (1) \\ 2y - 3v' - t' = 0 & (2) \\ C' \begin{cases} x - v' = 0 & (1) \\ 2y + z' - 5v' = 0 & (2) \end{cases} \end{cases}$$

En el sistema reducido C' eliminamos la $v'$, lo que da ya la ecuación final $5x - 2y = z'$.

$$\begin{aligned} 5x \quad\quad - 5v' &= 0 \\ 2y + z' - 5v' &= 0 \\ 5x - 2y - z' \quad &= 0 \end{aligned}$$

Un sencillo tanteo nos lleva á la primera solución de forma entera: $x = z'$. $y = 2z'$, puesto que $5 . z' - 2 . 2z' = 5z' - 4z' = z'$. Las soluciones generales, según lo dicho anteriormente son: $x = z' + 2m$, $y = 2z' + 5m$, siendo $m$ una indeterminada que ha de recibir valores enteros, como ya sabemos.

La ecuación (1) de C' da $v' = x$, ó $v' = z' + 2m$. La (2) del sistema C, permite obtener $t'$

$$\begin{aligned} t' = 2y - 3v' &= 2(2z' + 5m) - 3(z' + 2m) = \\ &= 4z' + 10m - 3z' - 6m = z' + 4m. \end{aligned}$$

De la (1) sacamos $u$:

$$u = y - z = y - 2z' = (2z' + 5m) - 2z' = 5m.$$

Tenemos ya las incógnitas expresadas en función entera de $z'$ y de $m$.

$$\begin{aligned} x &= z' + 2m & (1) \\ y &= 2z' + 5m & (2) \\ z &= 2z' & (3) \\ u &= 5m & (4) \\ v' &= z' + 2m & (5) \\ v = 4v' &= 4z' + 8m & (6) \\ t = 2t' &= 2z' + 8m & (7) \end{aligned}$$

Se advierte aquí que cualesquiera que sean los valores enteros y positivos que atribuyamos á $z'$ y á $m$ manteniéndolos constantes para todas las incógnitas, éstas recibirán valores positivos

Ahora es evidente que el mínimo valor para cada incógnita se obtendrá cuando se haga $z' = 1$ y $m = 1$ también. En ese supuesto resulta:

$$x = 1 + 2 = 3, \quad y = 2 + 5 = 7, \quad z = 2, \quad u = 5,$$
$$v' = 1 + 2 = 3, \quad t = 2t' = 2z' + 8m = 2 + 8 = 10.$$

Y la reacción mínima es:



$$3 \,.\, Ph^4 + 7 \,.\, N^2O^9H^8 = 2N^2 + 5N^2O + 12PhO^4H^3 + 10H^2O$$

que tiene coeficientes más pequeños aún que la obtenida por el método anterior.

Surgen aquí dos preguntas en vista de los resultados á que hemos llegado por la primera y segunda vía. 1ª ¿Por qué se llega á resultados diferentes, aunque satisfactorios, simplificando ó no las ecuaciones del sistema? 2ª ¿Es posible determinar *a priori* la marcha que conduce al resultado más breve y de coeficientes numéricos más pequeños?

Confesamos que no podemos responder satisfactoriamente á esas preguntas, que acaso pudiera contestar un analista con mayor lastre científico que el que llevamos en nuestras alforjas de ignorante labriego del campo de la química matemática.

Si la oxidación del fósforo se hubiera practicado con el ácido nítrico normal (y sabemos que conviene emplear para ello el fósforo rojo) otra sorpresa nos reservarían las ecuaciones atómicas. Si los pacientes lectores no están fatigados pueden acompañarnos en esta nueva disquisición, aunque la palabra *disquisición* parezca pretenciosa.

La ecuación simbólica sería:



$$x \,.\, Ph^4 + y \,.\, NO^3H = z \,.\, N^2 + u \,.\, N^2O + v \,.\, PhO^4H^3 + t \,.\, H^2O \quad \text{(I)}$$

$4x = v$, ecuación del fósforo, Ph.

$y = 2z + 2u$, ecuación del nitrógeno, N.

$3y = u + 4v + t$, ecuación del oxígeno, O.

$y = 3v + 2t$, ecuación del hidrógeno, H.

Ya sabemos que $v$ ha de ser múltiplo de 4, é $y$ múltiplo de 2, es decir, que $v = 4v'$, $y = 2y'$.

Substituyendo estos valores en las ecuaciones atómicas, obtendremos:

$$4x = 4v'$$
$$2y' = 2z + 2u$$
$$6y' = u + 16v' + t$$
$$2y' = 12v' \quad + 2t$$

Simplificando el sistema viene :

$$A \left\{ \begin{array}{lr} y' - z - u = 0 & (1) \\ x - v' = 0 & (2) \\ 6y' - u - 16v' - t = 0 & (3) \\ y' - 6v' - t = 0 & (4) \end{array} \right.$$

Eliminemos la $u$ entre (2) y (3), sale : $5y' + z - 16v' - t = 0$.
El nuevo sistema equivalente es el B:

$$B \left\{ \begin{array}{l} y' - z - u = 0 \quad (1) \\ B' \left\{ \begin{array}{lr} x - v' = 0 & (1) \\ y' - 6v' - t = 0 & (2) \\ 5y' + z - 16v' - t = 0 & (3) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

En el sistema reducido B' eliminamos la $t$ entre (2) y (3), por vía de resta, como antes : $4y' + z - 10v' = 0$. Esta ecuación manifiesta que $z$ es par, por tanto $z = 2z'$.

Escrita la ecuación anterior con esa modificación sera

$$4y' + 2z' - 10v = 0 \qquad \text{ó bien} \qquad 2y' + z' - 5v' = 0.$$

Pero á fin de evitar un error fácil de cometer, la ecuación (1) del sistema B, debemos escribirla al pasarla á formar cabeza en el C de este modo : $y' - 2z' - u = 0$. Con esto, el nuevo sistema equivalente C será :

$$C \left\{ \begin{array}{l} y' - 2z' - u = 0 \quad (1) \\ y' - 6v' - t = 0 \quad (2) \\ C' \left\{ \begin{array}{lr} x - v' = 0 & (1) \\ 2y' + z' - 5v' = 0 & (2) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

En el sistema reducido C' eliminamos la $v'$, previa multiplicación de la (1) por 5.

$$5x \quad - 5v' = 0$$
$$2y' + z' \quad - 5v' = 0$$

$$5x - 2y' \quad - z' = 0$$

La ecuación final la escribiremos $5x - 2y' = z'$ y procuraremos hallar valores de $x$ é $y'$ que satisfagan la ecuación en términos de $z'$. Se advierte fácilmente que si ponemos $x = z'$, $y' = 2z'$ la ecuación final queda satisfecha. Luego, según lo ya expuesto, los valores generales de estas incógnitas son : $x = z' + 2m$, $y' = 2z' + 5m$. Ahora la ecuación (1) de C' da $v' = x$, $v' = z' + 2m$; la (2) del sistema C da $t = y' - 6v' = (2z' + 5m) - 6(z'' + 2m)$, $t = -4z' - 7m$. Por último la $u$ viene dada por la (1) del mismo sistema $u = y' - 2z' = 2z' + 5m - 2z' = 5m$. Si recordamos que $y = 2y'$, $z = 2z'$, $v = 4v'$, quedarán expresadas todas las incógnitas en partes de $z'$ y de $m$. Advirtamos ahora que si damos á $z'$ y á $m$ valores enteros y arbitrarios, pero positivos, todas las incógnitas, con excepción de $t$, serían enteras y positivas.

Resta, pues, investigar si no habría valores de $m$ y de $z'$ tales que pudieran hacer positivas todas las incógnitas.

Debiendo ser $z'$ necesariamente positiva para que pueda serlo también $z$, no podemos atribuir á aquélla más que los valores de la serie natural numérica, ya que se pide que sean enteros. Mas á $m$ no habría inconveniente en suponerle valores negativos, aunque *a priori* se advierte que con cierta limitación. Así, atribuyendo á $z'$ el valor 3 y á $m$ el $-1$, $x$, $y$, $z$, $v$ serían positivos, pero $u$ y $t$ serían negativos. Si á $z'$ se le da el valor 5 y á $m$ el $-2$, $x$, $z$, $v$, resultan positivos, pero $y'$ deviene *nula*, $u$, negativa y $t$ también. En fin, prosiguiendo el análisis, veríamos que no hay modo de hacer positiva á $t$ siéndolo al propio tiempo las demás incógnitas.

Como $t$ es el coeficiente del agua en la ecuación simbólica (I), inferiremos que *no puede producirse agua en el segundo miembro,* como se originaba cuando se atacó el fósforo por el ácido cuadrihidratado.

Formulemos, no obstante, la reacción para el caso de ser $z' = 1$, y $m = 1$.

$$x = z' + 2m = 1 + 2 . 1 = 3; \qquad y' = 2z' + 5m = 2 . 1 + 5 . 1 = 7;$$

$$x = 2z' = 2 . 1 = 2; \qquad u = 5m = 5 . 1 = 5$$

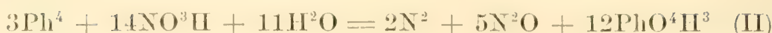
$$y = 2 . y' = 2 . 7 = 14; \qquad v' = z' + 2m = 1 + 2 . 1 = 3;$$

$$v = 4v' = 4 . 3 = 12; \qquad t = -4z' - 7m = -4 . 1 - 7 . 1 = -11.$$



$$3Ph^4 + 14NO^3H = 2N^2 + 5N^2O + 12PhO^3H^3 - 11H^2O \quad (I)$$

Ahora bien, es legítimo del punto de vista matemático transponer término $- 11H^2O$, y escribir por tanto la igualdad de esta manera :



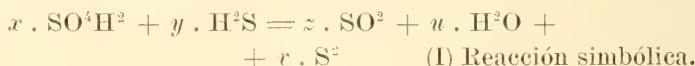
$$3Ph^4 + 14NO^3H + 11H^2O = 2N^2 + 5N^2O + 12PhO^4H^3 \quad (II)$$

Si se computan los valores de cada cuerpo simple en uno y otro miembro vemos que la igualdad se verifica, de modo que su legitimidad queda fuera de duda; pero como contraprueba hemos escrito la fórmula simbólica de la (II), deducido las ecuaciones atómicas y resuelto el sistema, que nos ha llevado á idénticos valores para los coeficientes.

Si confrontamos la (II) con la fórmula obtenida en la oxidación del fósforo por el ácido nítrico cuadrihidratado observaremos esta resaltante diferencia: *el primero, al reaccionar, produce agua; el ácido normal necesita hidratarse para originar la reacción.*

¿ No es admirable que las ecuaciones atómicas, á más de permitirnos formular la reacción, nos suministren reglas para llevarla á buen término ?

3° *Acción del hidrógeno sulfurado* ($H^2S$) *sobre el ácido sulfúrico concentrado.* — En esta reacción se produce agua, gas sulfuroso y se precipita azufre.



$$x \,.\, SO^4H^2 + y \,.\, H^2S = z \,.\, SO^2 + u \,.\, H^2O + \\ + v \,.\, S^2 \qquad \text{(I) Reacción simbólica.}$$

Sería fácil llegar por un simple tanteo á determinar los coeficientes de la fórmula, de modo que en este caso no hay necesidad de las ecuaciones atómicas; pero si se quiere emplearlas escribiremos:

$x + y = z + 2v$, ecuación del azufre, S.
$4x = 2z + u$, ecuación del oxígeno, O.
$2x + 2y = 2u$, ecuación del hidrógeno, H.

$$A \begin{cases} x + y - z - 2v = 0 & (1) \\ 4x - 2z - u = 0 & (2) \\ x + y - u = 0 & (3) \end{cases}$$

Aunque puede advertirse que $u$ debe ser par, la sencillez primitiva del sistema nos dispensa de esa simplificación. Por tanto, comenzaremos por eliminar la $u$ entre la (2) y la (3) y resulta: $3x - y - 2z = 0$.

El nuevo sistema equivalente B es:

$$B \begin{cases} x + y - u = 0 & (1) \\ B' \begin{cases} x + y - z - 2v = 0 & (1) \\ 3x - y - 2z = 0 & (2) \end{cases} \end{cases}$$

En el sistema reducido B' eliminamos la $y$, por vía de suma y viene: $4x - 3z - 2v = 0$, ecuación final que escribiremos así: $4x - 3z = 2v$. Notemos ahora que el coeficiente de $x$ y el de $v$ tienen el factor común 2, luego si $z$ ha de ser entero es preciso que sea par, es decir, de la forma $z = 2z'$, pongámos esta condición en la ecuación final y vendrá $4x - 3 \cdot 2z' = 2v$ ó simplificando $2x - 3z' = v$. Esta ecuación se satisface haciendo $x = 2v$ y $z' = v$, de modo que los valores generales de estas incógnitas serán: $x = 2v + 3m$, $z' = v + 2m$. Ahora, de la (2) de B' sacamos $y = 3x - 2z$, ó sea:

$$y = 3x - 4z' = 3(2v + 3m) - 4(v + 2m) = 6v + 9m - \\ - 4v - 8m = 2v + m.$$

De la (1) sacaríamos la identidad $2v = 2v$, de modo que no podemos expresar $v$ en término de $m$. De la ecuación apartada (1) deducimos $u = x + y$, es decir, $u = 2v + 3m + 2v + m = 4v + 4m$. Con lo que quedan expresadas todas las incógnitas en términos de $v$ y de $m$:

$$x = 2v + 3m; \quad y = 2v + m; \quad z = 2z'; \quad z' = v + 2m;$$
$$u = 4v + 4m; \quad v = v.$$

Se observa aquí, que, no habiendo coeficiente alguno negativo, podemos atribuir á $v$ el valor mínimo 1 y á $m$ el valor cero. Hecho así, resulta:

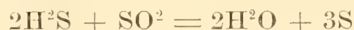
$$x = 2, \quad y = 2, \quad z = 2, \quad u = 4, \quad v = 1.$$

y la reacción mínima será:



$$2 \cdot SO^4H^2 + 2 \cdot H^2S = 2SO^2 + 4H^2O + S^2$$ (II) Igualdad química.

4° Wilde, en la página 255, al hablar de la acción del gas sulfhídrico ($H^2S$) sobre el anhidrido sulfuroso ($SO^2$), dice que se descomponen mutuamente, con formación de agua y depósito de azufre, según esta fórmula:



$$2H^2S + SO^2 = 2H^2O + 3S$$

añadiendo que: *En contacto del agua, forma al mismo tiempo ácido tetratiónico.* Pero no formula la reacción. Busquemos nosotros, cuál sea ella, escribiendo la ecuación simbólica:



$$x \cdot H^2S + y \cdot SO^2 + z \cdot H^2O = u \cdot S^2 + v \cdot H^2O + t \cdot S^4O^6H^2 \quad (I)$$

$2x + 2z = 2v + 2t$, ecuación del hidrógeno, H.
$x + y = 2u + 4t$, ecuación del azufre, S.
$2y + z = v + 6t$, ecuación del oxígeno, O.

$$A \left\{ \begin{array}{ll} x + z - v - t = 0 & (1) \\ x + y - 2u - 4t = 0 & (2) \\ 2y + z - v - 6t = 0 & (3) \end{array} \right.$$

Este sistema contiene 3 ecuaciones y 6 incógnitas, de modo que no pertenece en realidad, al parecer, al caso enunciado en el epígrafe de este artículo; pero como podemos expresar, en este ejemplo, las incógnitas en función de una de las del sistema y de la indeterminada $m$, lo trataremos aquí.

Comenzaremos por eliminar la $v$ entre (1) y (3) observando que al propio tiempo desaparece la $z$.

$$\begin{array}{l} x + z - v - t = 0 \\ 2y + z - v - 6t = 0 \\ \hline x - 2y + 5t = 0 \end{array}$$

El nuevo sistema equivalente, es el B.

$$B \left\{ \begin{array}{lll} & x + z - v - t = 0 & (1) \\ B' & \left\{ \begin{array}{l} x + y - 2u - 4t = 0 \\ x - 2y + 5t = 0 \end{array} \right. & \begin{array}{l} (1) \\ (2) \end{array} \end{array} \right.$$

En el sistema reducido B′ elimino la $x$ restando de (1) la (2), y sale: $3y - 2u - 9t = 0$ ecuación final, que escribiremos : $3y - 9t = 2u$. ($a$)

Como los coeficientes del primer miembro son divisibles por 3, el segundo miembro debe ser también múltiplo de 3, si es que hay soluciones enteras para la citada ecuación; luego 2 ó $u$ deben ser divisibles por 3; 2 no puede serlo pues es menor que 3 y además primo con éste, por tanto lo será $u$; es decir, que $u$ será de la forma $3u'$, $u = 3u'$. Substituyendo esto en la ($a$) resulta $3y - 9t = 2 \cdot 3u'$, ecuación simplificable, que se convierte en $y - 3t = 2u'$. ($b$)

De aquí podríamos deducir $y = 3t + u'$, y expresar las incógnitas por medio de estas dos indeterminadas; pero nos parece preferible operar de este otro modo : Tomando la ($b$) $y - 3t = 2u'$, observaremos que puede ser resuelta en términos de $u'$ poniendo $y = 5u'$, $t = u'$, con lo que los valores generales vendrán dados por

$$y = 5u' + 3m, \qquad t = u' + m.$$

Ahora la (2) de B′ da

$$x = 2y - 5t = 2(5u' + 3m) - 5(u' + m) =$$
$$= 10u' + 6m - 5u' - 5m = 5u' + m.$$

Si pretendemos deducir la $u$ de la (1) de B', para expresarla en términos de $m$, llegamos solamente á la identidad $2u = 6u'$, porque $u = 3u'$, y por tanto $2u = 6u'$. De modo que quedando todavía indeterminadas las incógnitas $z$ y $v$ y no disponiendo ya de más ecuaciones, que de la (1) de B, no hay más remedio que escribir $z - v = t - x$ y tratar de expresar el primer miembro, si es posible por medio de $u'$ y $m$. Substituyendo, pues, por $t$ y $x$ sus valores, viene:

$$z - v = (u' + m) - (5u' + m) = u' - 5u' + m - m = -4u'$$

ó mejor: $v - z = 4u'$. $(c)$

Haciendo $v = 5u'$, $z = u'$, vemos que se verifica la ecuación, obteniendo los valores generales $v = 5u' + m$, $z = u' + m$, que vienen en función de las mismas indeterminadas que las demás incógnitas, que era nuestro objeto. Se tiene, pues:

$$x = 5u' + m, \qquad y = 5u' + 3m, \qquad z = u' + m, \qquad u = 3u',$$

$$v = 5u' + m, \qquad t = u' + m.$$

Si observamos que en estas expresiones no hay coeficiente negativo, ni término independiente de $u'$, podemos asignar á ésta el valor 1 y á $m$ el cero, y así los coeficientes mínimos serán:

$$x = 5, \quad y = 5, \quad z = 1, \quad u = 3, \quad v = 5, \quad t = 1,$$

y la reacción buscada:



$$5H^2S + [5SO^2 + H^2O] = 3S^2 + 5H^2O + S^4O^6H^2$$

si la humedad afecta al anhidrido $SO^2$, ó

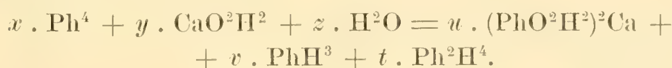


$$[5H^2S + H^2O] + 5SO^2 = 3S^2 + 5H^2O + S^4O^6H^2$$

si la humedad debe afectar al gas $SH^2$ y escrita la reacción sin el paréntesis, como en la ecuación simbólica, si ella se produce en un medio previamente húmedo al que confluyan los gases secos.

4° Convienen los autores en que cuando se prepara el hidrógeno fosforado gaseoso por la acción del fósforo sobre los álcalis y el agua, se produce al propio tiempo fosfuro líquido. Tratemos de formular esa reacción.

Sea su ecuación simbólica



$$x \,.\, Ph^4 + y \,.\, CaO^2H^2 + z \,.\, H^2O = u \,.\, (PhO^2H^2)^2Ca + v \,.\, PhH^3 + t \,.\, Ph^2H^4.$$

$4x = 2u + v + 2t$, ecuación del fósforo, Ph. (1)

$y = u$, ecuación del calcio, Ca. (2)

$2y + z = 4u$, ecuación del oxígeno, O. (3)

$2y + 2z = 4u + 3v + 4t$, ecuación del hidrógeno, H. (4)

La primera y última ecuación prueban que $v$ debe ser un número *par*, y la tercera afirma que también lo es $z$.

Podremos poner por tanto $v = 2v'$, $z = 2z'$, y con esto el sistema resulta simplificable en tres ecuaciones, y reducido al A.

$$A \left\{ \begin{array}{lr} 2x - u - v' - t = 0 & (1) \\ y - u = 0 & (2) \\ y + z' - 2u = 0 & (3) \\ y + 2z' - 2u - 3v' - 2t = 0 & (4) \end{array} \right.$$

Empezaremos eliminando la $t$ entre (1) y (4)

$$\begin{array}{lr} 4x - 2u - 2v' - 2t = 0 & (1) \,.\, (2) \\ y + z + 2z' - 2u - 3v' - 2t = 0 & (4) \\ 4x - y - 2z' + v' = 0 & \end{array}$$

El nuevo sistema equivalente es B.

$$B \left\{ \begin{array}{lr} 2x - u - v' - t = 0 & (1) \\ B' \left\{ \begin{array}{l} y - u = 0 \\ y + z' - 2u = 0 \\ 4x - y - 2z' + v' = 0 \end{array} \right. & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \\ (3) \end{array} \end{array} \right.$$

Eliminaremos en B′ la $u$ entre (1) y (2)

$$\begin{array}{lr} y + z' - 2u = 0 & (2) \\ 2y - 2u = 0 & (1) \,.\, 2 \\ y - z' = 0 & \end{array}$$

Se formará un nuevo sistema equivalente C′ más sencillo que el anterior, escribiendo:

$$C \left\{ \begin{array}{lr} 2x - u - v' - t = 0 & (1) \\ y - u = 0 & (2) \\ C' \left\{ \begin{array}{l} 4x - y - 2z' + v' = 0 \\ y - z' = 0 \end{array} \right. & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \end{array} \end{array} \right.$$

En el sistema reducido C′ eliminamos la $y$, $4x - 3z' + v' = 0$

ecuación final, que escribiremos $4x + v' = 3z'$ ($a$). Esta ecuación puede verificarse poniendo $x = z'$, $v' = -z'$, siendo los valores generales $x = z' - m$, $v' = -z' + 4m$. De la (2) de C' sale $y = z'$. De la (1)

$$v' = 2z' + y - 4x = 2z' + z' - 4(z' - m) =$$

$$= 3z' - 4z' + 4m = -z' + 4m.$$

La (2) de C da $u = y = z'$. Y de la (1) se deduce

$$t = 2x - u - v' = 2(z' - m) - u - (-z' + 4m)$$

$$t = 2z' - 2m - z' + z' - 4m = 2z' - 6m.$$

Con lo que quedarán todas las incógnitas expresadas en función de $z'$ y de $m$.

$$x = z' - m, \qquad y = z', \qquad z = 2z', \qquad u = z',$$

$$v' = -z' + 4m, \qquad v = 2v', \qquad t = 2z' - 6m.$$

Ahora debemos buscar las condiciones que hagan positivas todas las incógnitas, es decir, para que $x > 0$, $y > 0$, $z > 0$, ó $z' > 0$, $v > 0$, ó $v' > 0$, $t > 0$.

Para que $x > 0$ debe ser $z' - m > 0$, $-m > -z'$, $m < z'$.

Para que $y > 0$ debe ser $z' > 0$; y la misma condición ha de llenarse para $u > 0$.

Para que $v' > 0$ debe ser $-z' + 4m > 0$; $4m > z'$, $m > \frac{z'}{4}$.

Para que $t > 0$ debe ser $2z' - 6m > 0$ ó $z' - 3m > 0$ — $-3m > -z'$, $3m < z'$, $m < \frac{z'}{3}$.

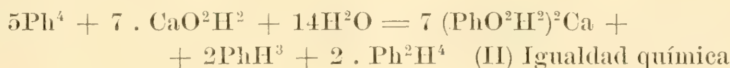
Si atribuimos á $z'$ el valor 3, $x$ será positivo mientras $m$ sea inferior á 3, por ejemplo, 2, y lo mismo sucederá para $v'$, pero $t$ sería negativo para tales valores de $z'$ y $m$.

En fin, un valor conveniente para $z'$ sería el valor 7, atribuyendo á $m$ el valor 2. Se tendría así:

$$x = 7 - 2 = 5, \qquad y = 7, \qquad z = 2 \cdot 7 = 14, \qquad u = 7,$$

$$v' = -7 + 4 \cdot 2 = 1, \qquad v = 2 \cdot 1 = 2, \qquad t = 2 \cdot 7 - 6 \cdot 2 = 2$$

y en tal caso la reacción sería



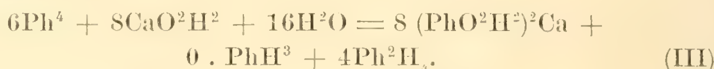
$$5Ph^4 + 7 \cdot CaO^2H^2 + 14H^2O = 7\,(PhO^2H^2)^2Ca +$$
$$+ 2PhH^3 + 2 \cdot Ph^2H^4 \quad \text{(II) Igualdad química}$$

Hagamos ahora $z' = 8$, $m = 2$ : obtendremos así :

$$x = 8 - 2 = 6, \quad y = 8, \quad z = 2 \,.\, 8 = 16, \quad u = 8,$$

$$r = -8 + 4 \,.\, 2 = 0, \quad r = 0, \quad t = 2 \,.\, 8 - 6 \,.\, 2 = 4 ;$$

la reacción sería :



$$6Ph^4 + 8CaO^2H^2 + 16H^2O = 8\,(PhO^2H^2)^2Ca + 0 \,.\, PhH^3 + 4Ph^2H_4. \qquad \text{(III)}$$

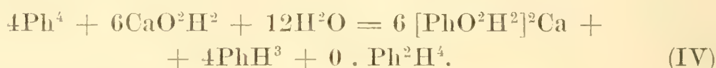
Esta fórmula nos dice que *teóricamente* al menos, es posible preparar el *hidrógeno fosforado líquido, exento* de *fosfuro gaseoso*, con el *fósforo* y la *lechada de cal.*

Pongamos nuevamente : $z' = 6$, $m = 2$. Se obtendrán para las incógnitas, estos valores ;

$$x = 6 - 2 = 4, \quad y = 6, \quad z = 2 \,.\, 6 = 12, \quad u = 6,$$

$$r' = -6 + 4 \,.\, 2 = 2, \quad r = 2 \,.\, 2 = 4, \quad t = 2 \,.\, 6 - 6 \,.\, 2 = 0,$$

y la igualdad química sería :



$$4Ph^4 + 6CaO^2H^2 + 12H^2O = 6\,[PhO^2H^2]^2Ca + 4PhH^3 + 0 \,.\, Ph^2H^4. \qquad \text{(IV)}$$

Esta reacción manifiesta que es posible *teóricamente,* al menos, preparar el *hidrógeno fosforado gaseoso, libre* de *fosfuro líquido,* con el *fósforo* y la *lechada de cal.*

Resultados curiosos que deben solicitar la atención de los químicos.

ÁNGEL PÉREZ.

*(Continuará)*

APLICACIÓN

DE LA

# ECUACIÓN DE LA LÍNEA ELÁSTICA

EN EL CÁLCULO DE VIGAS PARABÓLICAS

POR EL INGENIERO OTTOMAR SCHMIEDEL

---

Una viga encorvada en un plano para la cual dos secciones vecinas convergen bajo el ángulo $d\alpha$ hacia el centro de encorvamiento será expuesto á una acción encorvante, la que produce una alteración de encorvadura.

De esta acción encorvante resultan movimientos por los cuales cambian las secciones su situación una á otra.

Para dos secciones inmediatas con la distancia $s$ respectiva $ds$ del lugar de empotramiento designamos ahora con $d\omega$ el valor de ángulo por el cual se modificó el ángulo convergente $d\alpha$ de las dos secciones con distancia $ds$.

En la forma más general rige entonces la regla para la línea elástica:

$$E \,.\, I \,.\, d\omega = M \,.\, ds.$$

En esta ecuación significa:

E el módulo de elasticidad.

I el momento de inercia.

M el momento flector.

La integración de esta ecuación entre los límites 0 y $s$, es decir, entre los puntos A y $c$, suministra en la parte izquierda de la ecuación el ángulo $\omega$ por cuyo valor se tomó la sección cerca de $c$ desde su situación primitiva. Este mismo ángulo representa á la vez la modifica-

ción de la inclinación del elemento $ds$ de la viga en forma de arco, consecuencia de la acción encorvante.

Respecto á la figura 1, en la cual significan $x$, $y$ las coordenadas del punto $c$ y $x_1$, $y_1$ las del mismo punto después del movimiento hacia $c_1$, resulta del triángulo $c_1 c_1' c''$, en el cual es $c_1 c''$ paralelo $cc'$ :

$$\frac{dy_1 - dy}{\omega \, . \, ds} = \cos(\alpha + \omega)$$

$$\frac{ds - dx_1}{\omega \, . \, ds} = \sin(\alpha + \omega).$$

En el cálculo de construcciones es una condición principal, deter-

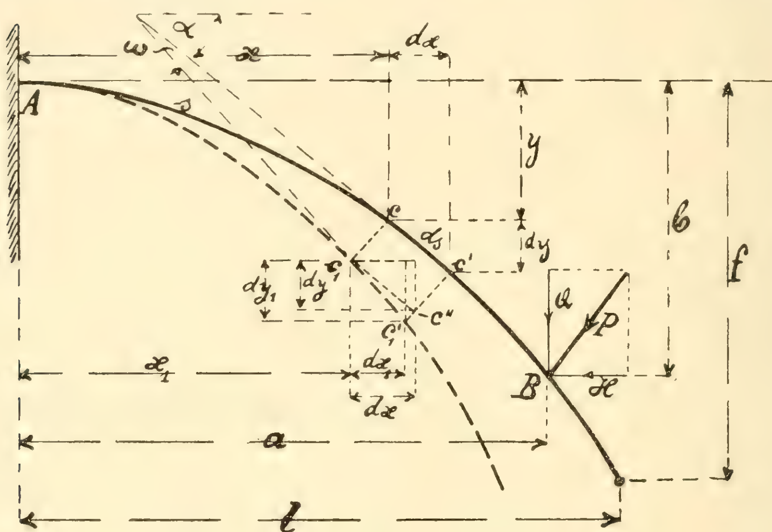



Fig. 1

minar las dimensiones tal que las deformaciones que hay sean muy nimias en comparación con la obra. Como, por lo tanto también el ángulo $\omega$ no debe tener sino un valor muy nimio lo podemos dejar sin consideración en las funciones $\cos(\alpha + \omega)$ y $\sin(\alpha + \omega)$ y obtenemos entonces :

$$\frac{dy_1 - dy}{\omega \, . \, ds} = \cos \alpha = \frac{dx}{ds}$$

$$\frac{dx - dx_1}{\omega \, . \, ds} = \sin \alpha = \frac{dy}{ds}$$

$$\omega = \frac{dy_1 - dy}{dx} = \frac{dx - dx_1}{dy}.$$

Pongamos

$$dy_1 - dy = dv,$$

además

$$dx - dx_1 = dh$$

da

$$\int dv = v = \int_0^y (dy_1 - dy) = y_1 - y$$

el movimiento vertical y

$$\int dh = h = \int^x (dx - dx_1) = x - x_1$$

el movimiento horizontal del punto $c$ bajo la influencia de la acción flectora.

$$\omega = \frac{dv}{dx} = \frac{dh}{dy}$$

$$d\omega = \frac{d(dv)}{dx} = \frac{d(dh)}{dy}.$$

Para la parábola es:

$$\frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2}$$

y por consiguiente: $\frac{dy}{dx} = \frac{2f}{l^2} x = u \cdot x$

$$ds = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = \sqrt{(dx)^2 + (u \cdot x \cdot dx)^2} = u \cdot dx \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}$$

$$d\omega = \frac{d(dv)}{dx} = \frac{d(dh)}{dx} \cdot \frac{1}{u \cdot x}$$

$$\mathrm{E} \cdot \mathrm{I} \cdot \frac{d^2v}{dx^2} = \mathrm{M} \cdot u \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}$$

$$\mathrm{E} \cdot \mathrm{I} \cdot \frac{dh}{dx} = \omega \cdot u \cdot x$$

$$\int^x \frac{d(dv)}{dx} = \frac{dv}{dx} = \omega = \frac{1}{\mathrm{EI}} \int_0^x \mathrm{M} \cdot u \cdot dx \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}$$

$$v = \frac{1}{\mathrm{EI}} \int_0^x dx \int_0^x \mathrm{M} \cdot u \cdot dx \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}$$

$$h = \frac{1}{\mathrm{EI}} \int_0^x u \cdot x dx \int_0^x \mathrm{M} \cdot u \cdot dx \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}.$$

Si gravamos ahora el punto B, dado por las coordenadas $a$, $b$ por una carga P, que obra en sentido cualquiera, descomponémosla paralelamente á las coordenadas en la componente vertical Q y la componente horizontal H, llamando $v_Q$ y $h_Q$ los movimientos verticales respectivos horizontales que hay en consecuencia de la componente Q y $v_H$ y $h_H$ los valores correspondientes que resultan de la componente horizontal H.

Entonces es :

$$\omega_Q = \frac{1}{EI} \int_0^x Q(a-x) \cdot u \cdot dx \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2} \qquad (I)$$

$$v^Q = \frac{1}{EI} \int_0^x dx \int_0^x Q(a-x)\, u \cdot dx \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2} \qquad (II)$$

$$h_Q = \frac{1}{EI} \int_0^x u \cdot x \cdot dx \int_0^x Q(a-x)\, u \cdot dx \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}. \qquad (III)$$

Siendo

$$y = \frac{f}{l^2} \cdot x^2 = \frac{u}{2} \cdot x^2$$

resulta :

$$\omega_H = \frac{1}{EI} \int_0^x H\left(b - \frac{u}{2} \cdot x^2\right) \cdot u \cdot dx \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2} \qquad (IV)$$

$$v_H = \frac{1}{EI} \int_0^x dx \int_0^x H\left(b - \frac{u}{2} \cdot x^2\right) \cdot u \cdot dx \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2} \qquad (V)$$

$$h_H = \frac{1}{EI} \int_0^x uxdx \int_0^x H\left(b - \frac{u}{2} \cdot x^2\right) \cdot u \cdot dx \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}. \qquad (VI)$$

Los valores totales están dados entonces por

$$\omega = \omega_Q + \omega_H$$

$$v = v_Q + v_H$$

$$h = h_Q + h_H$$

De la solución de las integrales resulta :

$$\omega_Q = \frac{Q}{u^2 EI} \Big\{ u \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2} \left(\frac{axu^2}{2} - \frac{x^2u^2}{3} - \frac{1}{3}\right) + \\ + \frac{au^2}{2}\left[ln\left(x + \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] + \frac{1}{3} \Big\} \qquad (I^a)$$

$$v_Q = \frac{Q}{u^2 EI}\left\{\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\left(\frac{ax^2u^3}{6}-\frac{au}{3}-\frac{x^3u^3}{12}-\frac{5}{24}xu\right)+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{axu}{2}-\frac{1}{8u}\right)\left[ln\left(x+\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\right)-ln\frac{1}{u}\right]+\frac{a+x}{3}\right\} \quad (II^a)$$

$$h_Q = \frac{Q}{u^2 EI}\left\{\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\left(\frac{x^3au^4}{8}-\frac{x^4u^4}{15}-\frac{axu^2}{16}-\frac{bx^2u^2}{45}-\frac{3}{45}\right)+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{ax^2u^2}{4}+\frac{a}{16}\right)\left[ln\left(x+\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\right)-ln\frac{1}{u}\right]+\frac{1}{15u}+\frac{x^2u}{6}\right\} \quad (III^a)$$

$$\omega_H = \frac{H}{u^2 EI}\left\{u\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\left(\frac{bxu^2}{2}-\frac{x^3u^3}{8}-\frac{xu}{16}\right)+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{bu}{2}+\frac{1}{16}\right)\left[ln\left(x+\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\right)-ln\frac{1}{u}\right]\right\} \quad (IV^a)$$

$$v_H = \frac{H}{u^2 EI}\left\{\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\left(\frac{bx^2u^3}{6}-\frac{x^4u^4}{40}-\frac{7\,.\,x^2u^2}{240}-\frac{bu}{3}-\frac{1}{15}\right)+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{bxu}{2}+\frac{x}{16}\right)\left[ln\left(x+\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\right)-ln\frac{1}{u}\right]+\frac{1}{3}\left(b+\frac{1}{5u}\right)\right\} \quad (V^a)$$

$$h_H = \frac{H}{u^2 EI}\left\{\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\left(\frac{x^3bu^4}{8}-\frac{xbu^2}{16}-\frac{x^3u^3}{48}-\frac{xu}{64}\right)+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{b}{16}+\frac{1}{64u}+\frac{x^2bu^2}{4}+\frac{x^2u}{32}\right)\left[ln\left(x+\sqrt{\frac{1}{u^2}+x^2}\right)-ln\frac{1}{u}\right]\right\} \quad (VI^a)$$

Para $x = a$ resultan:

$$\omega_{QB} = \frac{Q}{u^2 EI}\left\{u\sqrt{\frac{1}{u^2}+a^2}\left(\frac{a^2u^2}{6}-\frac{1}{3}\right)+\right.$$
$$\left.+\frac{au}{2}\left[ln\left(a+\sqrt{\frac{1}{u^2}+a^2}\right)-ln\frac{1}{u}\right]+\frac{1}{3}\right\} \quad (I^b)$$

$$v_{QB} = \frac{Q}{u^2 EI}\left\{\sqrt{\frac{1}{u^2}+a^2}\left(\frac{a^3u^3}{12}-\frac{13}{27}\cdot au\right)+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{au^2}{2}-\frac{1}{8u}\right)\left[ln\left(a+\sqrt{\frac{1}{u^2}+a^2}\right)-ln\frac{1}{u}\right]+\frac{2a}{3}\right\} \quad (II^b)$$

$$h_{QB} = \frac{Q}{u^2 EI}\left\{\sqrt{\frac{1}{u^2}+a^2}\left(\frac{7}{120}a^4u^4-\frac{47}{240}a^2u^2-\frac{1}{15}\right)+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{a^3u^2}{4}+\frac{a}{16}\right)\left[ln\left(a+\sqrt{\frac{1}{u^2}+a^2}\right)-ln\frac{1}{u}\right]+\frac{1}{3}\left(\frac{1}{5u}+\frac{a^2u}{2}\right)\right\} \quad (III^b)$$

Siendo

$$\frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2}$$

resulta

$$\frac{b}{f} = \frac{a^2}{l^2}$$

Por eso

$$b = \frac{f}{l^2} \cdot a^2 = \frac{u}{2} \cdot a^2$$

$$\omega_{HB} = \frac{H}{u^2 EI} \Big\{ u \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \left( \frac{a^3u^3}{8} - \frac{au}{16} \right) + \left( \frac{a^2u^2}{4} + \frac{1}{16} \right) \left[ ln \left( a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \right) - ln \frac{1}{u} \right] \Big\} \quad (IV^b)$$

$$v_{HB} = \frac{H}{u^2 EI} \Big\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \left( \frac{7}{120} \cdot a^4u^4 - \frac{47}{240} a^2u^2 - \frac{1}{15} \right) + \left( \frac{a^3u^2}{4} + \frac{a}{16} \right) \left[ ln \left( a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \right) - ln \frac{1}{u} \right] + \frac{1}{3} \left( \frac{a^2u}{2} + \frac{1}{5u} \right) \Big\} \quad (V^b)$$

$$h_{HB} = \frac{H}{u^2 EI} \Big\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \left( \frac{a^5u^5}{16} - \frac{5}{96} a^3u^3 - \frac{au}{64} \right) + \left( \frac{ua^2}{16} + \frac{u^3a^4}{8} + \frac{1}{64u} \right) \left[ ln \left( a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \right) - ln \frac{1}{u} \right] \Big\} \quad (VI^b)$$

Para los puntos de parábola cuyas abscisas $x'$ son más grandes que la abscisa $a$, las alteraciones de ángulo tienen naturalmente los valores invariables $\omega_{QB}$ y $\omega_{HB}$, dados en las ecuaciones $I^b$ y $IV^b$.

Significa BD la cuerda en la viga parabólica no cargada, $B_1D_1$ la misma de la viga cargada y haciéndose $BD''$ paralela á BD, resultan los movimientos suplementarios :

$$v' = \frac{x' - a}{\cos \alpha} \cdot \omega_B \,.\, \cos (\alpha + \omega_B)$$

$$h' = \frac{y' - b}{\sin \alpha} \cdot \omega_B \,.\, \sin (\alpha + \omega_B).$$

Como debe tratarse de ángulos de deformaciones muy nimias, podemos suprimir $\omega_B$ en las funciones $\cos (\alpha + \omega_B)$ y $\sin (\alpha + \omega_B)$ y tenemos

$$v' = (x' - a) \,.\, \omega_B$$

$$h' = (y' - b) \,.\, \omega_B.$$

De una carga vertical resultan entonces los movimientos:

vertical $v_Q + v'_Q = v_Q + (x' - a) \cdot \omega_{BQ}$

horizontal $h_Q + h'_Q = h_Q + (y' - b)\, \omega_{QB}$.

Una carga horizontal da los movimientos:

vertical $v_H + v'_H = v_H + (x' - a)\, \omega_{HB}$

horizontal $h_H + h'_H = h_H + (y' - b) \cdot \omega_{HB}$.

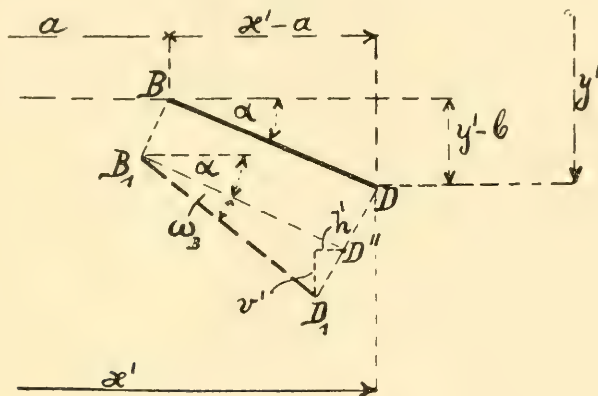



Fig. 2

Para el punto final $x'$ y $y'$ serán substituídos por los valores correspondientes: $l$ y $f$. Tenemos:

$$(l - a)\omega_{QB} = \frac{Q}{u^2 EI}\left\{\sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}\left(\frac{a^2u^3l}{6} - \frac{a^3u^3}{6} - \frac{ul}{3} + \frac{ua}{3}\right) + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{aul}{2} - \frac{a^2u}{2}\right)\left[ln\left(a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] + \frac{l - a}{3}\right\}$$

$$(f - b)\omega_{QB} = \left(f - \frac{u}{2} \cdot a^2\right)\omega_{BQ} =$$
$$= \frac{Q}{u^2 EI}\left\{\sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}\left(\frac{a^2 \cdot u^3 \cdot f}{6} - \frac{a^4u^4}{12} - \frac{u \cdot f}{3} + \frac{u^2a^2}{6}\right) + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{au \cdot f}{2} - \frac{a^3u^2}{4}\right)\left[ln\left(a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] + \left(\frac{f}{3} - \frac{a^2u}{6}\right)\right\}$$

$$(f - b)\,\omega_{HB} = \frac{H}{u^2 EI}\left\{\sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}\left(\frac{a^3u^4f}{8} - \frac{a^5u^5}{16} - \frac{au^2f}{16} + \frac{a^3u^3}{32}\right) + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{a^2u^2f}{4} - \frac{a^4u^3}{8} + \frac{f}{16} - \frac{a^2u}{32}\right)\left[ln\left(a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right]\right\}$$

$$(l - a) \cdot \omega_{\text{HB}} = \frac{\text{H}}{u^2\text{EI}} \Bigg\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \left( \frac{a^3u^4l}{8} - \frac{au^2l}{16} - \frac{a^4u^4}{8} + \frac{a^2u^2}{16} \right) +$$
$$+ \left( \frac{a^2u^2l}{4} - \frac{a^3u^2}{4} - \frac{a}{16} + \frac{l}{16} \right) \left[ ln\left( a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \right) - ln\frac{1}{u} \right] \Bigg\}$$

Para el punto final de la viga parabólica resultan pues los movimientos siguientes :

$$v_{\text{Q}al} = \frac{\text{Q}}{u^2\text{EI}} \Bigg\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \left( \frac{a^2u^3l}{6} - \frac{a^3u^3}{12} - \frac{ul}{3} - \frac{5}{24} \cdot au \right) +$$
$$+ \left( \frac{aul}{2} - \frac{1}{8u} \right) \left[ ln\left( a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \right) - ln\frac{1}{u} \right] + \frac{l + a}{3} \Bigg\} \quad (\text{II}^c)$$

$$h_{\text{Q}al} = \frac{\text{Q}}{u^2\text{EI}} \Bigg\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \left( \frac{a^2u^3f}{6} - \frac{a^4u^4}{40} - \frac{7}{240} \cdot a^2u^2 - \frac{uf}{3} - \frac{1}{15} + \right)$$
$$+ \left( \frac{a}{16} + \frac{auf}{2} \right) \left[ ln\left( a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \right) - ln\frac{1}{u} \right] + \frac{f}{3} + \frac{1}{15u} \Bigg\} \quad (\text{III}^c)$$

$$v_{\text{H}al} = \frac{\text{H}}{u^2\text{EI}} \Bigg\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \left( \frac{a^3u^4l}{8} - \frac{au^2l}{16} - \frac{a^4u^4}{15} - \frac{2}{15}a^2u^2 - \frac{1}{15} \right) +$$
$$+ \left( \frac{a^2u^2l}{4} + \frac{l}{16} \right) \left[ ln\left( a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \right) - ln\frac{1}{u} \right] + \frac{a^2u}{6} + \frac{1}{15u} \Bigg\} \quad (\text{V}^c)$$

$$h_{\text{H}al} = \frac{\text{H}}{u^2\text{EI}} \Bigg\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \left( \frac{a^3u^4f}{8} - \frac{au^2f}{16} - \frac{a^3u^3}{48} - \frac{au}{64} \right) +$$
$$+ \left( \frac{a^2u^2f}{4} + \frac{a^2u}{32} + \frac{f}{16} + \frac{1}{64 \,.\, u} \right) \left[ ln\left( a + \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2} \right) - ln\frac{1}{u} \right] \Bigg\} \quad (\text{VI}^c)$$

Para cargas aisladas que gravan en el punto final hay que substituir la longitud $a$ en las ecuaciones $\text{I}^b$ á $\text{VI}^b$ por la longitud $l$, obteniéndose así :

$$\omega_{\text{Q}l} = \frac{\text{Q}}{u^2\text{EI}} \Bigg\{ u \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2} \left( \frac{l^2u^2}{6} - \frac{1}{3} \right) +$$
$$+ \frac{lu}{2} \left[ ln\left( l + \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2} \right) - ln\,\frac{1}{u} \right] + \frac{1}{3} \Bigg\} \quad (\text{I}^d)$$

$$v_{\text{Q}l} = \frac{\text{Q}}{u^2\text{EI}} \Bigg\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2} \left( \frac{l^3u^3}{12} - \frac{13}{24}\, lu \right) +$$
$$+ \left( \frac{l^2u}{2} - \frac{1}{8u} \right) \left[ ln\left( l + \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2} \right) - ln\,\frac{1}{u} \right] + \frac{2}{3}l \Bigg\} \quad (\text{II}^d)$$

$$h_{Ql} = \frac{Q}{u^2 EI} \Big\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}\left(\frac{7}{120} \cdot l^4 u^4 - \frac{47}{240} l^2 u^2 - \frac{1}{15}\right) + \\ + \left(\frac{l^2 u^2}{4} + \frac{l}{16}\right)\left[ln\left(l + \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] + \frac{l^2 u}{6} + \frac{1}{15u} \Big\} \quad (III^d)$$

$$\omega_{Hl} = \frac{H}{u^2 EI} \Big\{ u \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}\left(\frac{l^3 u^3}{8} - \frac{lu}{16}\right) + \\ + \left(\frac{l^2 u^2}{4} + \frac{1}{16}\right)\left[ln\left(l + \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] \Big\} \quad (IV^d)$$

$$v_{Hl} = \frac{H}{u^2 EI} \Big\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}\left(\frac{7 l^4 u^4}{120} - \frac{47 \,.\, l^2 u^2}{240} - \frac{1}{15}\right) + \\ + \left(\frac{l^3 u^2}{4} + \frac{l}{16}\right)\left[ln\left(l + \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] + \frac{1}{3}\left(\frac{l^2 u}{2} + \frac{1}{5u}\right) \Big\} \quad (V^d)$$

$$h_{Hl} = \frac{H}{u^2 EI} \Big\{ \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}\left(\frac{l^5 u^5}{16} - \frac{5 l^3 u^3}{96} - \frac{lu}{64}\right) + \\ + \left(\frac{l^2 u}{16} + \frac{l^4 u^3}{8} + \frac{1}{64u}\right)\left[ln\left(l + \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] \Big\} \quad (VI^d)$$

Para un momento del valor M que grava el extremo de la viga, debe substituirse el producto Q $(a - x)$ en las ecuaciones I-III por el valor M, resultando de este modo:

$$\omega_M = \frac{M}{2EI} \Big\{ u \,.\, x \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2} + \frac{1}{u}\left[ln\left(x + \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] \Big\} \quad (VII)$$

$$v_M = \frac{M}{EI} \Big\{ u \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}\left(\frac{x^2}{6} - \frac{1}{3u^2}\right) + \\ + \frac{x}{2u}\left[ln\left(x + \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] + \frac{1}{3u^2} \Big\} \quad (VIII)$$

$$h_M = \frac{M}{EI} \Big\{ u \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}\left(\frac{u x^3}{8} - \frac{x}{16u}\right) + \\ + \left(\frac{x^2}{4} + \frac{1}{16u^2}\right)\left[ln\left(x + \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] \Big\} \quad (IX)$$

Para el mismo punto extremo de la viga hay por consiguiente las ecuaciones:

$$\omega_{Ml} = \frac{M}{2EI} \Big\{ u \,.\, l \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2} + \frac{1}{u}\left[ln\left(l + \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}\right) - ln\frac{1}{u}\right] \Big\} \quad (VII^a)$$

$$v_{Ml} = \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{EI}} \Big\{ u \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2} \left( \frac{l^2}{6} - \frac{1}{3u^2} \right) + $$
$$+ \frac{l}{2u} \left[ ln\left( l + \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2} \right) - ln \frac{1}{u} \right] + \frac{1}{3u^2} \Big\} \qquad \text{(VIII}^{a}\text{)}$$

$$h_{Ml} = \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{EI}} \Big\{ u \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2} \left( \frac{ul^3}{8} - \frac{l}{16 \cdot u} \right) + $$
$$+ \left( \frac{l^2}{4} + \frac{1}{16u^2} \right) \left[ ln\left( l + \sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2} \right) - ln \frac{1}{u} \right] \Big\} \qquad \text{(IX}^{a}\text{)}$$

Además de los movimientos producidos por la acción flectora entran en cuestión los que son consecuencia de las fuerzas que obran normalmente á la sección.

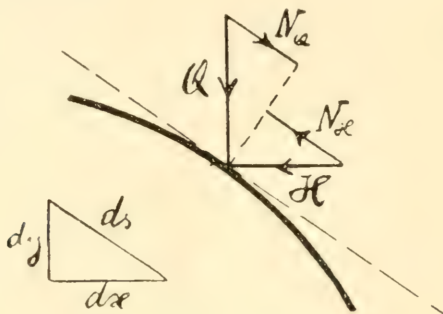



Fig. 3

En general, estos, en comparación con los de la acción flectora, serán insignificantes, pero serán considerados en lo que sigue, porque en ciertos casos puede ser necesario considerarlos.

Con la sección F de la viga obtenemos :

$$- \frac{\mathrm{N_Q}}{\mathrm{Q}} = \frac{dy}{ds} = \frac{dy}{u \cdot dx \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}} = \frac{x}{\sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}}$$

$$\mathrm{N_Q} = - \mathrm{Q} \cdot \frac{x}{\sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}}$$

$$\frac{\mathrm{N_H}}{\mathrm{H}} = \frac{dx}{ds} = \frac{1}{u\sqrt{\frac{1}{u^2} + \ x}}$$

$$N_H = H \cdot \frac{1}{u \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}}$$

$$\int_0^s \frac{N_Q \cdot ds}{EF} = -\int_0^x \frac{Qx}{EF} u \cdot dx = -\frac{Qx^2u}{2EF}$$

$$\int_0^s \frac{N_H ds}{EF} = \int_0^x \frac{H}{EF} dx = \frac{H \cdot x}{EF}.$$

Con esos valores se deducen:

$$v_{NQ} = +\frac{Qux^2}{2EF} \cdot \frac{dy}{ds} = \frac{Qu \cdot x^3}{2EF\sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}} \qquad \text{(X)}$$

$$h_{NQ} = -\frac{Qux^2}{2EF} \cdot \frac{1}{u\sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}} \qquad \text{(XI)}$$

$$v_{NH} = -\frac{H \cdot x}{EF} \cdot \frac{dy}{ds} = \frac{-H \cdot x^2}{EF\sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}} \qquad \text{(XII)}$$

$$h_{NH} = \frac{H \cdot x}{EF} \cdot \frac{1}{u\sqrt{\frac{1}{u^2} + x^2}} \qquad \text{(XIII)}$$

Para $x = a$ resultan:

$$v_{NQa} = \frac{Qua^3}{2EF\sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}} \qquad \text{(X}^a\text{)}$$

$$h_{NQa} = -\frac{Qua^2}{2EF \cdot u \cdot \sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}} \qquad \text{(XI}^a\text{)}$$

$$v_{NHa} = -\frac{H \cdot a^2}{EF\sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}} \qquad \text{(XII}^a\text{)}$$

$$h_{NHa} = \frac{H \cdot a}{EF \cdot u\sqrt{\frac{1}{u^2} + a^2}} \qquad \text{(XIII}^a\text{)}$$

Para $x = l$ resultan:

$$v_{\text{NQ}l} = \frac{Qul^3}{2\text{EF}\sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}} \qquad (\text{X}^b)$$

$$h_{\text{NQ}l} = -\frac{Qul^2}{2\text{EF}\,.\,u\sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}} \qquad (\text{XI}^b)$$

$$v_{\text{NH}l} = -\frac{\text{H}\,.\,l^2}{\text{EF}\sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}} \qquad (\text{XII}^b)$$

$$h_{\text{NH}l} = \frac{\text{H}\,.\,l}{\text{EF}\,.\,u\sqrt{\frac{1}{u^2} + l^2}} \qquad (\text{XIII}^b)$$

Para el cálculo de las fuerzas de apoyo y momentos de un arco parabólico empotrado, producidos por una carga aislada Q, nos figura-

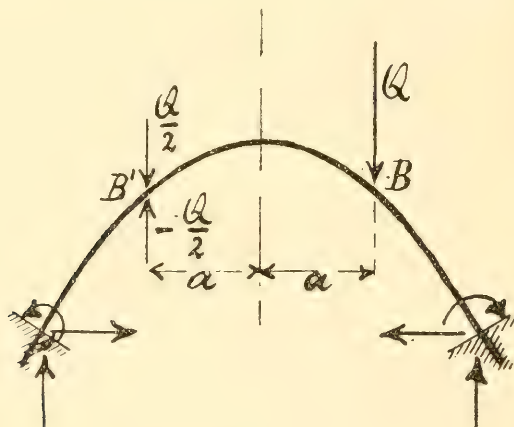



Fig. 4

mos aplicados en el punto de simetría B′ las dos fuerzas $\pm \frac{Q}{2}$ que se anulan mutuamente. Entonces puede ser substituída la carga aislada Q por un sistema de cargas consistente de dos cargas $\frac{Q}{2}$ que gravan simétricamente los puntos B y B′ y un par de fuerzas que ejerce el momento $\frac{Q}{2} \cdot 2a = Q\,.\,a$.

Influye sobre el hundimiento del vértice de arco ahora solamente la carga simétrica, mientras que el par de fuerzas con el momento Q . *a* obra en sentido de una torsión del vértice.

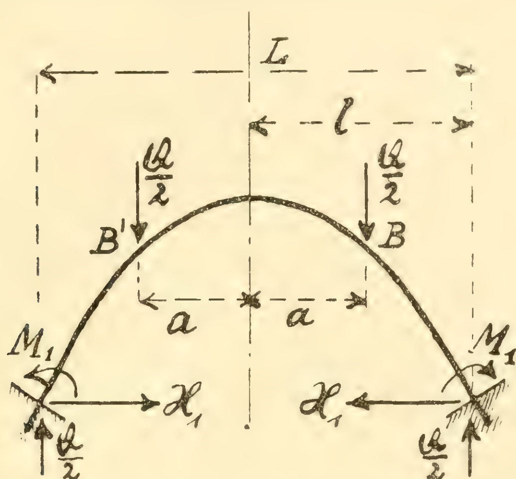



Fig. 5

De la carga simétrica resulta para el vértice un momento y una fuerza horizontal mientras que es cero la fuerza vertical.

Para el gravamiento del par de fuerzas con el momento Q . *a* so-

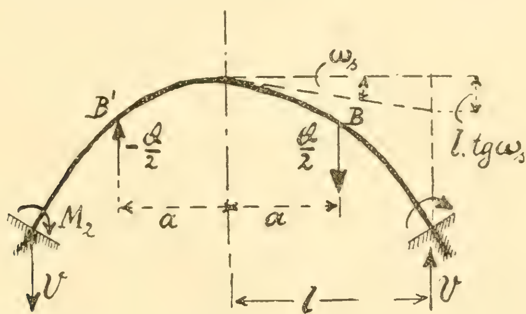



Fig. 6

lamente el momento como la fuerza horizontal del vértice son cero mientras la fuerza vertical adopta un cierto valor.

Estos hechos se los deduce sin más del caso de carga simétrica y de las reglas de la teoría de la elasticidad.

Bajo la suposición de que no hay movimientos en los puntos de apoyo y de empotramiento, para el caso de carga simétrica, los dos

términos desconocidos $H_1$ y $M_1$ están determinados por las dos ecuaciones: $\Sigma h_l = 0$ y $\Sigma \omega_l = 0$.

El cálculo hay que hacerlo, pues, aplicando las ecuaciones III[c], III[d], VI[d] y IX[a], eventualmente también como agregado XI[a], XI[b] y XIII[b] para $\Sigma h_l$ como también las ecuaciones I[b], I[d], IV[d] y VII[a] para $\Sigma \omega_l$. En las ecuaciones mencionadas deben ser substituídas la carga aislada Q por $\frac{Q}{2}$, la carga horizontal H por $H_1$ y el momento M por $M_1$.

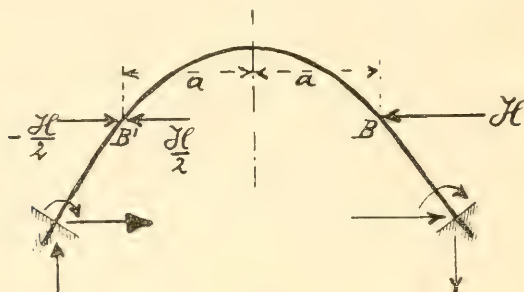



Fig. 7

Para el caso de un gravamiento por el par de fuerzas resulta una torsión de vértice $\omega_s$ (fig. 6). Lo insignificante del ángulo $\omega_s$ permite poner $l \,.\, \mathrm{tg}\, \omega_s = l \,.\, \omega_s$.

Como el momento en el vértice debe ser 0, la ecuación es:

$$\frac{Q}{2} \cdot a + M_2 - V \,.\, l = 0.$$

Rigen ahora las dos relaciones:

$$\Sigma \omega_l = \omega_s$$

$$\Sigma v_l = l \,.\, \omega_s$$

de lo cual sigue:

$$\Sigma \omega_l = \frac{\Sigma v_l}{l}$$

Se obtiene la solución por la aplicación de las ecuaciones I[b], I[d], VII[a], II[c], II[d] y VIII[a] y como agregado eventualmente X[a], X[b], substituyendo en estas ecuaciones Q por $\frac{Q}{2}$ respectivamente por V y el momento M por $M_2 = V \,.\, l - \frac{Qa}{2}$.

La carga aislada Q produce, por lo tanto, los siguientes efectos de apoyo:

*a) Apoyo izquierdo:*

Momento $= - M_1 + M_2$.

Reacción de apoyo horizontal $= X_1$.

Reacción de apoyo vertical $= \frac{Q}{2} - V$.

*b) Apoyo derecho:*

Momento $= M_1 + M_2$.

Reacción de apoyo horizontal $= X_1$.

Reacción de apoyo vertical $= \frac{Q}{2} + V$.

En igual manera hay que calcular la influencia de la carga horizontal H, aplicándose en el punto de simetría dos cargas $\pm \frac{H}{2}$ que por sí mismas están en el equilibrio (fig. 7) y descomponiendo después el sistema de fuerzas en dos, de los cuales uno está formado por dos cargas

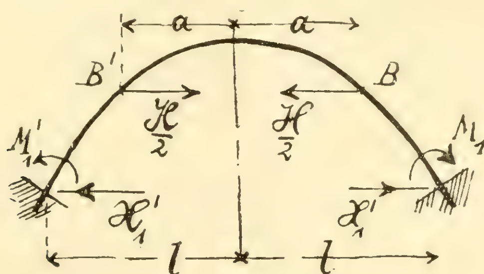



Fig. 8

$\frac{H}{2}$ de sentido igual, actuando en los puntos simétricos B y B ′ y el otro por dos cargas $\pm \frac{H}{2}$, es decir, en sentido opuesto una á otra, actuando también en los puntos B y B ′ (fig. 8 y 9). Para el estado de carga (fig. 8), resulta naturalmente

$$\Sigma h_l = 0 \quad \text{y} \quad \Sigma \omega_l = 0$$

por lo cual hay que aplicar las ecuaciones $VI^c$, $VI^d$, $IX^a$ así como agregado $XIII^a$ y $XIII^b$ con respecto á $\Sigma h_l = 0$ y las ecuaciones $IV^b$, $IV^d$, $VII^a$ con respecto á $\Sigma \omega_l = 0$, substituyendo en estas ecuaciones H por $\frac{H}{2}$ respectivamente $H_1{}'$ y M por $M_1{}'$. Para el estado de carga

(fig. 9), resulta naturalmente el momento en el vértice igual á 0, y por consiguiente:

$$-\frac{H}{2}(f-b)+V'\,.\,l+M_2'=0$$

$$M_2'=-V'l+\frac{H}{2}\cdot(f-b)=-V'\,.\,l+\frac{H}{2}\cdot\left(f-\frac{u}{2}\cdot a^2\right)$$

$$l\,.\,\mathrm{tg}\,\omega_s'=l\,.\,\omega_s'=\Sigma v_l$$

$$\Sigma\omega_l=\omega_s'$$

$$\Sigma\omega_l=\frac{\Sigma v_l}{l}.$$

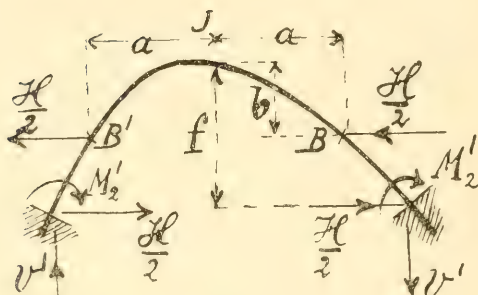



Fig. 9

Aplicamos por eso las ecuaciones $I^d$, $IV^b$, $VII^a$, $II^d$, $V^c$, $V^d$, $VIII^a$, eventualmente con $X^b$, $XII^a$, $XII^b$, substituyendo H por $\frac{H}{2}$, Q por V' y M por $M_2''=-V'\,.\,l+\frac{H}{2}\left(f-\frac{u}{2}\cdot a^2\right)$. La carga aislada H produce en consecuencia los siguientes efectos en los apoyos:

*a) Apoyo izquierdo:*

Momento $=-M_1'+M_2'$.

Reacción de apoyo horizontal $=\frac{H}{2}-X_1'$.

Reacción de apoyo vertical $=V'$.

*b) Apoyo derecho:*

Momento $=M_1'+M_2'$.

Reacción de apoyo horizontal $=\frac{H}{2}+X_1'$.

Reacción de apoyo vertical $=V'$.

En total resultan ahora de las cargas unidas Q y H:

*a) Apoyo izquierdo:*

Momento $= -(M_1 + M_1') + (M_2 + M_2')$.

Reacción de apoyo horizontal $= \frac{H}{2} + X_1 - X_1'$.

Reacción de apoyo vertical $= \frac{Q}{2} - V + V'$.

*b) Apoyo derecho:*

Momento $= M_1 + M_1' + M_2 + M_2'$.

Reacción de apoyo horizontal $= \frac{H}{2} + X_1 + X_1'$.

Reacción de apoyo vertical $= \frac{Q}{2} + V' - V'$.

Poniendo en las ecuaciones anteriormente desarrolladas

$$a = \xi \,.\, l, \qquad f = \eta \,.\, l \qquad \text{y} \qquad u = \frac{2\eta l}{l^2}$$

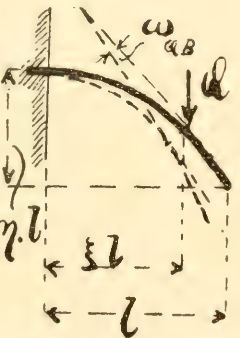
puede darse á aquéllas las formas:

$$\omega_{QB} = \frac{Ql^2}{EI} \cdot i, \qquad v_{Qal} = \frac{Ql^3}{EI} \cdot m, \qquad h_{Qal} = \frac{Ql^3}{EI} \cdot n, \text{ etc.}$$

En estas últimas ecuaciones representan $i$, $m$, $n$, etc., valores que dependen de $\xi$ y $\eta$. Para facilitar el cálculo se encuentran en las siguientes tablas los valores $i$, $m$, $n$, etc., determinados para $\xi$ y $\eta$ entre los límites 0,1 — 1,0 con intervalos de 0,1.

i I^b

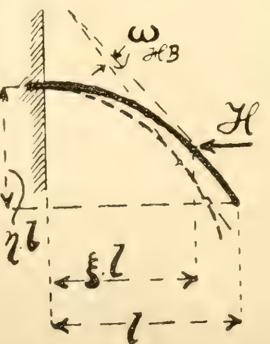
$$\omega_{QB} = \frac{Ql^2}{EI} \cdot i$$




| | $\xi = 0,1$ | $\xi = 0,2$ | $\xi = 0,3$ | $\xi = 0,4$ | $\xi = 0,5$ | $\xi = 0,6$ | $\xi = 0,7$ | $\xi = 0,8$ | $\xi = 0,9$ | $\xi = 1,0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta = 0,1$ | 0,0050 | 0,0200 | 0,0450 | 0,0801 | 0,1250 | 0,1801 | 0,2452 | 0,3208 | 0,4059 | 0,5017 |
| $\eta = 0,2$ | 0,0050 | 0,0200 | 0,0451 | 0,0802 | 0,1254 | 0,1808 | 0,2465 | 0,3226 | 0,4093 | 0,5067 |
| $\eta = 0,3$ | 0,0050 | 0,0200 | 0,0451 | 0,0804 | 0,1259 | 0,1819 | 0,2485 | 0,3260 | 0,4146 | 0,5115 |
| $\eta = 0,4$ | 0,0050 | 0,0200 | 0,0452 | 0,0807 | 0,1266 | 0,1834 | 0,2512 | 0,3305 | 0,4217 | 0,5252 |
| $\eta = 0,5$ | 0,0050 | 0,0201 | 0,0453 | 0,0811 | 0,1275 | 0,1852 | 0,2545 | 0,3361 | 0,4305 | 0,5383 |
| $\eta = 0,6$ | 0,0050 | 0,2001 | 0,0455 | 0,0815 | 0,1286 | 0,1874 | 0,2585 | 0,3427 | 0,4405 | 0,5536 |
| $\eta = 0,7$ | 0,0050 | 0,2001 | 0,0457 | 0,0820 | 0,1299 | 0,1899 | 0,2631 | 0,3502 | 0,4523 | 0,5706 |
| $\eta = 0,8$ | 0,0050 | 0,0202 | 0,0458 | 0,0826 | 0,1313 | 0,1928 | 0,2681 | 0,3585 | 0,4651 | 0,5893 |
| $\eta = 0,9$ | 0,0050 | 0,0202 | 0,0461 | 0,0833 | 0,1328 | 0,1959 | 0,2737 | 0,3675 | 0,4789 | 0,6093 |
| $\eta = 1,0$ | 0,0050 | 0,0203 | 0,0463 | 0,0840 | 0,1346 | 0,1993 | 0,2796 | 0,3771 | 0,4936 | 0,6306 |

k IV^b

$$\omega_{HB} = \frac{H \cdot l^2}{EI} \cdot k$$




| | $\xi = 0,1$ | $\xi = 0,2$ | $\xi = 0,3$ | $\xi = 0,4$ | $\xi = 0,5$ | $\xi = 0,6$ | $\xi = 0,7$ | $\xi = 0,8$ | $\xi = 0,9$ | $\xi = 1,0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta = 0,1$ | 0,000067 | 0,00053 | 0,00180 | 0,00427 | 0,00836 | 0,01445 | 0,02297 | 0,03420 | 0,04879 | 0,06692 |
| $\eta = 0,2$ | 0,000133 | 0,00107 | 0,00361 | 0,00855 | 0,01673 | 0,02897 | 0,04610 | 0,06897 | 0,09843 | 0,13542 |
| $\eta = 0,3$ | 0,000200 | 0,00160 | 0,00542 | 0,01287 | 0,02522 | 0,04375 | 0,06979 | 0,10470 | 0,14993 | 0,20695 |
| $\eta = 0,4$ | 0,000267 | 0,00214 | 0,00724 | 0,01724 | 0,03386 | 0,05889 | 0,09424 | 0,14191 | 0,20398 | 0,28273 |
| $\eta = 0,5$ | 0,000334 | 0,00268 | 0,00908 | 0,02167 | 0,04268 | 0,07450 | 0,11968 | 0,18094 | 0,26097 | 0,36381 |
| $\eta = 0,6$ | 0,000401 | 0,00322 | 0,01094 | 0,02618 | 0,05174 | 0,09066 | 0,14626 | 0,22216 | 0,32231 | 0,45103 |
| $\eta = 0,7$ | 0,000469 | 0,00376 | 0,01282 | 0,03077 | 0,06106 | 0,10746 | 0,17416 | 0,26584 | 0,38759 | 0,54507 |
| $\eta = 0,8$ | 0,000534 | 0,00431 | 0,01472 | 0,03548 | 0,07068 | 0,12497 | 0,20353 | 0,31219 | 0,45879 | 0,64640 |
| $\eta = 0,9$ | 0,000602 | 0,00486 | 0,01666 | 0,04029 | 0,08055 | 0,14325 | 0,23447 | 0,36126 | 0,53213 | 0,75546 |
| $\eta = 1,0$ | 0,000669 | 0,00541 | 0,01862 | 0,04523 | 0,09095 | 0,16237 | 0,26708 | 0,41369 | 0,61192 | 0,87261 |

**m** — II^c

$v_{Qal} = \frac{Ql^3}{EI} \cdot m$

| | $\xi = 0,1$ | $\xi = 0,2$ | $\xi = 0,3$ | $\xi = 0,4$ | $\xi = 0,5$ | $\xi = 0,6$ | $\xi = 0,7$ | $\xi = 0,8$ | $\xi = 0,9$ | $\xi = 1,0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta = 0,1$ | 0,0048 | 0,0187 | 0,0404 | 0,0693 | 0,1039 | 0,1435 | 0,1875 | 0,2348 | 0,2833 | 0,3333 |
| $\eta = 0,2$ | 0,0048 | 0,0187 | 0,0404 | 0,0695 | 0,1045 | 0,1445 | 0,1886 | 0,2359 | 0,2856 | 0,3361 |
| $\eta = 0,3$ | 0,0048 | 0,0187 | 0,0405 | 0,0696 | 0,1049 | 0,1453 | 0,1899 | 0,2378 | 0,2879 | 0,3392 |
| $\eta = 0,4$ | 0,0048 | 0,0187 | 0,0407 | 0,0698 | 0,1053 | 0,1462 | 0,1915 | 0,2402 | 0,2910 | 0,3436 |
| $\eta = 0,5$ | 0,0048 | 0,0187 | 0,0408 | 0,0701 | 0,1060 | 0,1174 | 0,1934 | 0,2431 | 0,2954 | 0,3490 |
| $\eta = 0,6$ | 0,0048 | 0,0187 | 0,0410 | 0,0705 | 0,1067 | 0,1188 | 0,1957 | 0,2466 | 0,3003 | 0,3554 |
| $\eta = 0,7$ | 0,0048 | 0,0188 | 0,0411 | 0,0709 | 0,1076 | 0,1503 | 0,1984 | 0,2506 | 0,3058 | 0,3627 |
| $\eta = 0,8$ | 0,0048 | 0,0188 | 0,0412 | 0,0713 | 0,1086 | 0,1522 | 0,2014 | 0,2551 | 0,3120 | 0,3706 |
| $\eta = 0,9$ | 0,0048 | 0,0188 | 0,0414 | 0,0718 | 0,1097 | 0,1543 | 0,2047 | 0,2600 | 0,3187 | 0,3792 |
| $\eta = 1,0$ | 0,0048 | 0,0188 | 0,0416 | 0,0724 | 0,1109 | 0,1565 | 0,2082 | 0,2652 | 0,3259 | 0,3886 |

**n** — III^c

$h_{Qal} = \frac{Ql^3}{EI} \cdot n$

| | $\xi = 0,1$ | $\xi = 0,2$ | $\xi = 0,3$ | $\xi = 0,4$ | $\xi = 0,5$ | $\xi = 0,6$ | $\xi = 0,7$ | $\xi = 0,8$ | $\xi = 0,9$ | $\xi = 1,0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta = 0,1$ | 0,0005 | 0,0020 | 0,0044 | 0,0078 | 0,0119 | 0,0168 | 0,0225 | 0,0287 | 0,0349 | 0,0418 |
| $\eta = 0,2$ | 0,0010 | 0,0040 | 0,0088 | 0,0156 | 0,0240 | 0,0339 | 0,0452 | 0,0576 | 0,0707 | 0,0841 |
| $\eta = 0,3$ | 0,0015 | 0,0060 | 0,0133 | 0,0236 | 0,0362 | 0,0512 | 0,0683 | 0,0871 | 0,1070 | 0,1276 |
| $\eta = 0,4$ | 0,0020 | 0,0080 | 0,0178 | 0,0311 | 0,0485 | 0,0689 | 0,0920 | 0,1175 | 0,1450 | 0,1728 |
| $\eta = 0,5$ | 0,0025 | 0,0100 | 0,0223 | 0,0394 | 0,0610 | 0,0868 | 0,1164 | 0,1489 | 0,1838 | 0,2200 |
| $\eta = 0,6$ | 0,0030 | 0,0120 | 0,0269 | 0,0476 | 0,0738 | 0,1053 | 0,1115 | 0,1819 | 0,2219 | 0,2697 |
| $\eta = 0,7$ | 0,0035 | 0,0140 | 0,0315 | 0,0558 | 0,0869 | 0,1244 | 0,1677 | 0,2160 | 0,2680 | 0,3237 |
| $\eta = 0,8$ | 0,0040 | 0,0160 | 0,0361 | 0,0643 | 0,1003 | 0,1440 | 0,1950 | 0,2518 | 0,3135 | 0,3776 |
| $\eta = 0,9$ | 0,0045 | 0,0181 | 0,0408 | 0,0728 | 0,1142 | 0,1646 | 0,2234 | 0,2960 | 0,3662 | 0,4395 |
| $\eta = 1,0$ | 0,0050 | 0,0201 | 0,0456 | 0,0816 | 0,1284 | 0,1858 | 0,2531 | 0,3291 | 0,4119 | 0,4984 |

r

Vᶜ

$v_{Hal} = \frac{Hl^3}{EI} \cdot r$

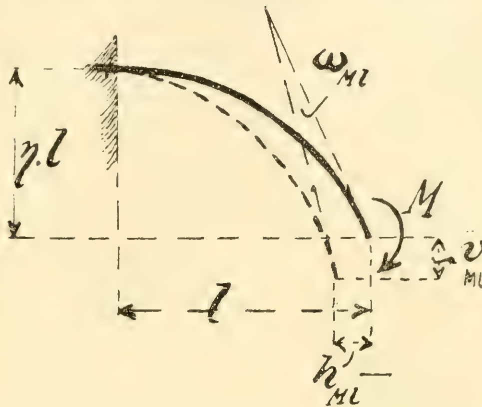
| | ξ = 0,1 | ξ = 0,2 | ξ = 0,3 | ξ = 0,4 | ξ = 0,5 | ξ = 0,6 | ξ = 0,7 | ξ = 0,8 | ξ = 0,9 | ξ = 1.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| η = 0,1 | 0,000064 | 0,00049 | 0,0016 | 0,0036 | 0,0067 | 0,0112 | 0,0168 | 0,0240 | 0,0323 | 0,0418 |
| η = 0,2 | 0,000128 | 0,00098 | 0,0032 | 0,0073 | 0,0136 | 0,0224 | 0,0339 | 0,0481 | 0,0649 | 0,0842 |
| η = 0,3 | 0,000192 | 0,00148 | 0,0048 | 0,0109 | 0,0205 | 0,0338 | 0,0513 | 0.0728 | 0,0984 | 0,1276 |
| η = 0,4 | 0,000257 | 0,00198 | 0,0064 | 0,0146 | 0,0274 | 0,0455 | 0,0690 | 0,0983 | 0,1330 | 0,1728 |
| η = 0,5 | 0,000320 | 0,00248 | 0,0081 | 0,0184 | 0,0346 | 0,0573 | 0,0873 | 0,1246 | 0,1691 | 0,2200 |
| η = 0,6 | 0,000385 | 0,00298 | 0,0097 | 0,0222 | 0,0419 | 0,0696 | 0,1063 | 0,1521 | 0,2069 | 0,2697 |
| η = 0,7 | 0,000450 | 0,00348 | 0,0114 | 0,0261 | 0,0493 | 0,0823 | 0,1260 | 0,1812 | 0,2459 | 0,3236 |
| η = 0,8 | 0,000515 | 0,00398 | 0,0130 | 0,0300 | 0,0569 | 0,0954 | 0,1466 | 0,2107 | 0,2867 | 0,3776 |
| η = 0,9 | 0,000579 | 0,00449 | 0,0147 | 0,0341 | 0,0648 | 0,1090 | 0,1681 | 0.2426 | 0,3300 | 0,4395 |
| η = 1,0 | 0,000644 | 0,00501 | 0,0165 | 0,0382 | 0,0730 | 0,1232 | 0,1906 | 0,4757 | 0,3793 | 0,4987 |

q

VIᶜ

$h_{Hal} = \frac{Hl^3}{EI} \cdot q$

| | ξ = 0,1 | ξ = 0,2 | ξ = 0,3 | ξ = 0,4 | ξ = 0,5 | ξ = 0,6 | ξ = 0,7 | ξ = 0,8 | ξ = 0,9 | ξ = 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| η = 0,1 | 0,000007 | 0,00005 | 0,00018 | 0,00043 | 0,0008 | 0,0014 | 0,0023 | 0.0032 | 0,0046 | 0,0061 |
| η = 0,2 | 0,000027 | 0,00021 | 0,00072 | 0,00169 | 0,0033 | 0,0056 | 0,0089 | 0,0131 | 0,0185 | 0,0252 |
| η = 0,3 | 0,000060 | 0,00048 | 0,00162 | 0,00382 | 0,0074 | 0,0128 | 0,0202 | 0,0300 | 0,0425 | 0,0579 |
| η = 0,4 | 0,000108 | 0,00085 | 0,00288 | 0,00682 | 0,0133 | 0,0230 | 0,0364 | 0,0544 | 0,0774 | 0,1061 |
| η = 0,5 | 0,000167 | 0,00133 | 0,00451 | 0,01071 | 0,0210 | 0,0364 | 0,0582 | 0,0869 | 0,1249 | 0,1723 |
| η = 0,6 | 0,000241 | 0,00193 | 0,00652 | 0,01553 | 0,0305 | 0,0531 | 0,0852 | 0,1284 | 0,1849 | 0,2568 |
| η = 0,7 | 0,000328 | 0,00263 | 0,00892 | 0,02131 | 0,0421 | 0,0735 | 0,1185 | 0,1796 | 0,2604 | 0,3639 |
| η = 0,8 | 0,000427 | 0,00344 | 0,01171 | 0,02808 | 0,0557 | 0,0979 | 0,1633 | 0,2419 | 0,3525 | 0,4955 |
| η = 0,9 | 0,000541 | 0,00436 | 0,01491 | 0,03589 | 0,0716 | 0,1264 | 0,2059 | 0,3158 | 0,4628 | 0,6541 |
| η = 1,0 | 0,000669 | 0,00540 | 0,01851 | 0,04572 | 0,0898 | 0,1594 | 0,2610 | 0,4026 | 0,5931 | 0,8427 |




| VIIª | | VIIIª | | IXª | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\omega_{Ml} = \frac{Ml}{EI} \cdot s$ | | $v_{Ml} = \frac{Ml^2}{EI} \cdot t$ | | $h_{Ml} = \frac{Ml^2}{EI} \cdot z$ | |
| | $s =$ | | $t =$ | | $z =$ |
| $\eta = 0{,}1$ | 1,0066 | $\eta = 0{,}1$ | 0,5017 | $\eta = 0{,}1$ | 0,0669 |
| $\eta = 0{,}2$ | 1,0260 | $\eta = 0{,}2$ | 0,5066 | $\eta = 0{,}2$ | 0,1354 |
| $\eta = 0{,}3$ | 1,0561 | $\eta = 0{,}3$ | 0,5135 | $\eta = 0{,}3$ | 0,2069 |
| $\eta = 0{,}4$ | 1,0982 | $\eta = 0{,}4$ | 0,5252 | $\eta = 0{,}4$ | 0,2827 |
| $\eta = 0{,}5$ | 1,1478 | $\eta = 0{,}5$ | 0,5383 | $\eta = 0{,}5$ | 0,3638 |
| $\eta = 0{,}6$ | 1,2043 | $\eta = 0{,}6$ | 0,5536 | $\eta = 0{,}6$ | 0,4510 |
| $\eta = 0{,}7$ | 1,2667 | $\eta = 0{,}7$ | 0,5706 | $\eta = 0{,}7$ | 0,5451 |
| $\eta = 0{,}8$ | 1,3337 | $\eta = 0{,}8$ | 0,5894 | $\eta = 0{,}8$ | 0,6464 |
| $\eta = 0{,}9$ | 1,4047 | $\eta = 0{,}9$ | 0,6093 | $\eta = 0{,}9$ | 0,7554 |
| $\eta = 1{,}0$ | 1,4789 | $\eta = 1{,}0$ | 0,6306 | $\eta = 1{,}0$ | 0,8726 |

c

X^a

$r_{QN} = \frac{Q \cdot l}{EF} \cdot c$



| | $\xi = 0.1$ | $\xi = 0,2$ | $\xi = 0,3$ | $\xi = 0,4$ | $\xi = 0,5$ | $\xi = 0,6$ | $\xi = 0.7$ | $\xi = 0.8$ | $\xi = 0.9$ | $\xi = 1.0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta = 0,1$ | 0,00002 | 0,00016 | 0,00054 | 0,00128 | 0,00249 | 0,00429 | 0,00679 | 0,01011 | 0,01435 | 0,01961 |
| $\eta = 0,2$ | 0,00008 | 0,00064 | 0,00214 | 0,00506 | 0,00981 | 0,01680 | 0,02642 | 0,03900 | 0,05487 | 0,07428 |
| $\eta = 0,3$ | 0,00018 | 0,00143 | 0,00478 | 0,01120 | 0,02155 | 0,03658 | 0,05692 | 0,08309 | 0,11546 | 0,15435 |
| $\eta = 0,4$ | 0,00032 | 0,00253 | 0,00840 | 0,01950 | 0,03714 | 0,06232 | 0,09577 | 0,13779 | 0,18932 | 0,24988 |
| $\eta = 0,5$ | 0,00050 | 0,00392 | 0,01293 | 0,02971 | 0,05590 | 0,09261 | 0,14019 | 0,19990 | 0,27092 | 0,35356 |
| $\eta = 0,6$ | 0,00071 | 0,00560 | 0,01829 | 0,04155 | 0,07717 | 0,12621 | 0,18909 | 0,26591 | 0,35662 | 0,46094 |
| $\eta = 0,7$ | 0,00097 | 0,00755 | 0,02440 | 0,05600 | 0,10035 | 0,16208 | 0,24008 | 0,33417 | 0,44413 | 0,56960 |
| $\eta = 0,8$ | 0,00126 | 0,00975 | 0,03116 | 0,06900 | 0,12494 | 0,19945 | 0,29240 | 0,40347 | 0,53224 | 0,67810 |
| $\eta = 0,9$ | 0,00159 | 0,01219 | 0,03849 | 0,08414 | 0,15051 | 0,23774 | 0,34543 | 0,47310 | 0,57306 | 0,78675 |
| $\eta = 1,0$ | 0,00196 | 0,01486 | 0,04630 | 0,09995 | 0,17677 | 0,27657 | 0,39872 | 0.54272 | 0,70808 | 0,89412 |

d

X^a

$h_{QN} = \frac{Q \cdot l}{EF} \cdot d$



| | $\xi = 0.1$ | $\xi = 0,2$ | $\xi = 0.3$ | $\xi = 0.4$ | $\xi = 0.5$ | $\xi = 0,6$ | $\xi = 0.7$ | $\xi = 0,8$ | $\xi = 0.9$ | $\xi = 1,0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta = 0.1$ | —0,0010 | —0,0040 | —0,0090 | —0,0160 | —0,0249 | —0,0357 | —0,0485 | —0,0632 | —0,0797 | —0,0981 |
| $\eta = 0,2$ | —0,0020 | —0,0080 | —0,0179 | —0,0317 | —0,0490 | —0,0700 | —0,0944 | —0,1219 | —0,1524 | —0,1857 |
| $\eta = 0,3$ | —0,0030 | —0,0119 | —0,0266 | —0,0467 | —0,0718 | —0,1016 | —0,1355 | —0,1731 | —0,2138 | —0,2573 |
| $\eta = 0.4$ | —0,0040 | —0,0158 | —0,0350 | —0,0610 | —0,0929 | —0,1298 | —0,1710 | —0,2156 | —0,2630 | —0,3124 |
| $\eta = 0,5$ | —0,0050 | —0,0196 | —0,0431 | —0,0743 | —0,1118 | —0,1544 | —0,2007 | —0,2500 | —0,3010 | —0,3536 |
| $\eta = 0.6$ | —0,0060 | —0,0233 | —0,0508 | —0,0866 | —0,1286 | —0,1753 | —0,2251 | —0,2770 | —0,3302 | —0,3841 |
| $\eta = 0,7$ | —0,0069 | —0,0270 | —0,0581 | —0,0977 | —0,1434 | —0,1930 | —0,2450 | —0,2984 | —0,3525 | —0,4069 |
| $\eta = 0,8$ | —0,0079 | —0,0305 | —0,0649 | —0,1078 | —0,1562 | —0,2078 | —0,2611 | —0.3152 | —0,3696 | —0,4240 |
| $\eta = 0,9$ | —0,0089 | —0,0339 | —0,0713 | —0,1169 | —0,1672 | —0,2201 | —0,2742 | —0,3285 | —0,3829 | —0,4371 |
| $\eta = 1,0$ | —0,0098 | —0,0371 | —0,0772 | —0,1249 | —0,1768 | —0,2305 | —0,2848 | —0,3392 | —0,3934 | —0,4472 |

e

XII[a]

$v_{HN} = \frac{H \cdot l}{EF} \cdot e$

| | $\xi = 0,1$ | $\xi = 0,2$ | $\xi = 0,3$ | $\xi = 0,4$ | $\xi = 0,5$ | $\xi = 0,6$ | $\xi = 0,7$ | $\xi = 0,8$ | $\xi = 0,9$ | $\xi = 1,0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta = 0,1$ | −0,0020 | −0,0080 | −0,0180 | −0,0319 | −0,0497 | −0,0715 | −0,0970 | −0,1261 | −0,1594 | −0,1961 |
| $\eta = 0,2$ | −0,0040 | −0,0159 | −0,0357 | −0,0634 | −0,0981 | −0,1400 | −0,1887 | −0,2438 | −0,3049 | −0,3714 |
| $\eta = 0,3$ | −0,0060 | −0,0238 | −0,0531 | −0,0933 | −0,1437 | −0,2032 | −0,2710 | −0,3462 | −0,4276 | −0,5145 |
| $\eta = 0,4$ | −0,0080 | −0,0316 | −0,0700 | −0,1219 | −0,1857 | −0,2596 | −0,3420 | −0,4312 | −0,5259 | −0,6247 |
| $\eta = 0,5$ | −0,0100 | −0,0392 | −0,0862 | −0,1486 | −0,2236 | −0,3087 | −0,4014 | −0,4998 | −0,6020 | −0,7071 |
| $\eta = 0,6$ | −0,0119 | −0,0466 | −0,1016 | −0,1731 | −0,2572 | −0,3506 | −0,4502 | −0,5540 | −0,6604 | −0,7682 |
| $\eta = 0,7$ | −0,0139 | −0,0539 | −0,1162 | −0,1954 | −0,2867 | −0,3859 | −0,4900 | −0,5967 | −0,7050 | −0,8137 |
| $\eta = 0,8$ | −0,0158 | −0,0609 | −0,1298 | −0,2156 | −0,3124 | −0,4145 | −0,5221 | −0,6304 | −0,7392 | −0,8480 |
| $\eta = 0,9$ | −0,0177 | −0,0677 | −0,1425 | −0,2337 | −0,3345 | −0,4103 | −0,5183 | −0,6571 | −0,7658 | −0,8741 |
| $\eta = 1,0$ | −0,0196 | −0,0742 | −0,1543 | −0,2500 | −0,3536 | −0,4609 | −0,5696 | −0,6784 | −0,7868 | −0,8944 |

g

XIII[a]

$h_{HN} = \frac{H \cdot l}{EF} \cdot g$

| | $\xi = 0,1$ | $\xi = 0,2$ | $\xi = 0,3$ | $\xi = 0,4$ | $\xi = 0,5$ | $\xi = 0,6$ | $\xi = 0,7$ | $\xi = ,08$ | $\xi = 0,9$ | $\xi = 1,0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta = 0,1$ | 0,1000 | 0,1998 | 0,2995 | 0,3987 | 0,4975 | 0,5957 | 0,6932 | 0,7900 | 0,8857 | 0,9806 |
| $\eta = 0,2$ | 0,0999 | 0,1994 | 0,2979 | 0,3950 | 0,4903 | 0,5834 | 0,6740 | 0,7620 | 0,8468 | 0,9285 |
| $\eta = 0,3$ | 0,0998 | 0,1986 | 0,2953 | 0,3889 | 0,4789 | 0,5646 | 0,6454 | 0,7212 | 0,7919 | 0,8575 |
| $\eta = 0,4$ | 0,0997 | 0,1975 | 0,2917 | 0,3810 | 0,4643 | 0,5409 | 0,6108 | 0,6738 | 0,7304 | 0,7809 |
| $\eta = 0,5$ | 0,0995 | 0,1961 | 0,2874 | 0,3714 | 0,4472 | 0,5145 | 0,5734 | 0,6247 | 0,6689 | 0,7071 |
| $\eta = 0,6$ | 0,0993 | 0,1945 | 0,2823 | 0,3606 | 0,4288 | 0,4869 | 0,5360 | 0,5771 | 0,6115 | 0,6402 |
| $\eta = 0,7$ | 0,0990 | 0,1926 | 0,2766 | 0,3490 | 0,4096 | 0,4594 | 0,5000 | 0,5328 | 0,5595 | 0,5812 |
| $\eta = 0,8$ | 0,0988 | 0,1905 | 0,2705 | 0,3369 | 0,3904 | 0,4328 | 0,4662 | 0,4925 | 0,5134 | 0,5300 |
| $\eta = 0,9$ | 0,0984 | 0,1882 | 0,2640 | 0;3246 | 0,3716 | 0,4077 | 0,4351 | 0,4563 | 0,4727 | 0,4857 |
| $\eta = 1,0$ | 0,0981 | 0,1857 | 0,2573 | 0,3124 | 0,3536 | 0,3841 | 0,4069 | 0.4240 | 0,4371 | 0,4472 |

Para valores $\xi$ y $\eta$ que no correspondan exactamente á los de las tablas puede calcularse los valores $i$, $m$, $n$, etc., por medio de interpolación.

Es evidente que, aprovechando dichas tablas, el procedimiento para el cálculo resulta muy ventajoso y permite determinar los momentos y fuerzas desconocidas en los puntos de apoyo de un arco parabólico en un tiempo extraordinariamente corto, como lo demostrará el ejemplo siguiente.

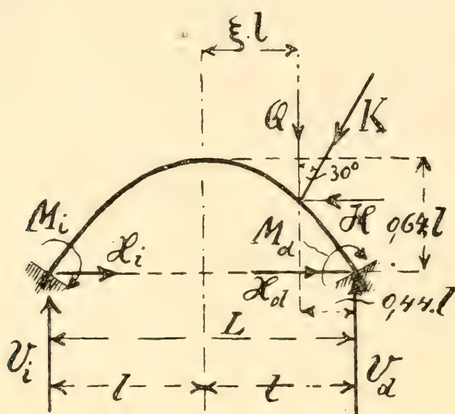



Fig. 10

*Un arco parabólico con la distancia de los apoyos* L = 2*l* *y la flecha del arco* 0,32 . L = 0,64 . *l está gravado por una carga aislada cuyo punto de aplicación sobre el arco está á la distancia horizontal* 0,22 L = 0,44 . *l del apoyo derecho. La carga forma con la línea vertical un ángulo de* 30 .

Resulta:

$$Q = K \cdot \cos 30^\circ = K \cdot 0,866$$

$$H = K \cdot \sin 30^\circ = K \cdot 0,500.$$

Para el punto de aplicación de la carga:

$$\xi = 1 - 0,44 = 0,56.$$

Para el punto de apoyo:

$$\xi = 1,0$$

$$\eta = 0,64.$$

De las tablas resultan para $\xi = 0,56$ y $\eta = 0,64$ por medio de interpolación:

$i = (0,1286 \cdot 0,4 + 0,1874 \cdot 0,6) \cdot 0,6 +$
$+ (0,1299 \cdot 0,4 + 0,1899 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = 0,165$

$k = (0,05174 \cdot 0,4 + 0,09066 \cdot 0,6) \cdot 0,6 +$
$+ (0,06106 \cdot 0,4 + 0,10746 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = 0,081$

$m = (0,1067 \cdot 0,4 + 0,1488 \cdot 0,6) \cdot 0,6 +$
$+ (0,1076 \cdot 0,4 + 0,1503 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = 0,132$

$n = (0,0738 \cdot 0,4 + 0,1053 \cdot 0,6) +$
$+ (0,0869 \cdot 0,4 + 0,1244 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = 0,099$

$r = (0,0419 \cdot 0,4 + 0,0696 \cdot 0,6) \cdot 0,6 +$
$+ (0,0493 \cdot 0,4 + 0,0823 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = 0,063$

$q = (0,0305 \cdot 0,4 + 0,0531 \cdot 0,6) \cdot 0,6 +$
$+ (0,0421 \cdot 0,4 + 0,0735 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = 0,051$

$c = (0,07717 \cdot 0,4 + 0,12621 \cdot 0,6) \cdot 0,6) +$
$+ (0,10035 \cdot 0,4 + 0,16208 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = 0,119$

$d = -(0,1286 \cdot 0,4 + 0,1753 \cdot 0,6) \cdot 0,6 -$
$-(0,1434 \cdot 0,4 + 0,1930 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = -0,163$

$e = -(0,2572 \cdot 0,4 + 0,3506 \cdot 0,6) \cdot 0,6 -$
$-(0,2867 \cdot 0,4 + 0,3859 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = -0,326$

$g = (0,4288 \cdot 0,4 + 0,4869 \cdot 0,6) \cdot 0,6 +$
$+ (0,4096 \cdot 0,4 + 0,4594 \cdot 0,6) \cdot 0,4 = 0,454$

Para $\xi = 1,0$ y $\eta = 0,64$ obtenemos:

$i = 0,5536 \cdot 0,6 + 0,5706 \cdot 0,4 = 0,560$

$k = 0,45103 \cdot 0,6 + 0,54507 \cdot 0,4 = 0,489$

$m = 0,3554 \cdot 0,6 + 0,3627 \cdot 0,4 = 0,358$

$n = 0,2697 \cdot 0,6 + 0,3237 \cdot 0,4 = 0,291$

$r = 0,2697 \cdot 0,6 + 0,3236 \cdot 0,4 = 0,291$

$q = 0,2568 \cdot 0,6 + 0,3639 \cdot 0,4 = 0,300$

$s = 1,2043 \cdot 0,6 + 1,2667 \cdot 0,4 = 1,229$

$t = 0,5536 \cdot 0,6 + 0,5706 \cdot 0,4 = 0,560$

$z = 0,4510 \cdot 0,6 + 0,5451 \cdot 0,4 = 0,489$

$c = 0,46094 \cdot 0,6 + 0,5696 \cdot 0,4 = 0,504$

$d = -0,3841 \cdot 0,6 - 0,4069 \cdot 0,4 = -0,393$

$e = -0,7682 \cdot 0,6 - 0,8137 \cdot 0,4 = -0,786$

$g = 0,6402 \cdot 0,6 + 0,5812 \cdot 0,4 = 0,617$

INFLUENCIA DE LA COMPONENTE VERTICAL

*a) Estado de carga* (fig. 11).

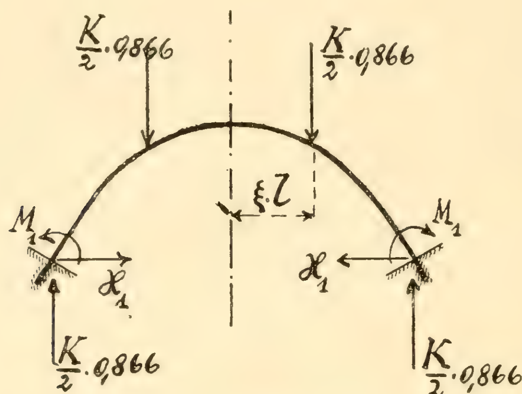



Fig. 11

$$\Sigma\omega = 0$$

$$0 = \frac{0,866}{2} \cdot 0,560 - 0,165) \,.\, K - 0,489 \,.\, X_1 - 1,229 \,.\, M_1 \cdot \frac{1}{l}$$

$$\Sigma h = 0$$

$$0 = \frac{0,866}{2} (0,291 - 0,099) \,.\, K - 0,300 \,.\, X_1 - 0,489 \,.\, M_1 \cdot \frac{1}{l}$$

$$M_1 = 0,0838 \,.\, K \,.\, l$$

$$X_1 = 0,14 \,.\, K.$$

*b) Estado de carga* (fig. 12).

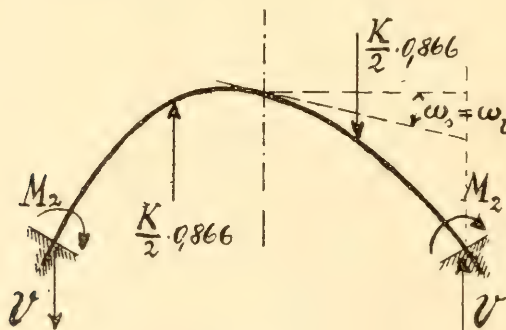



Fig. 12

$$\Sigma \omega_l = \frac{1}{l} \Sigma v_l$$

$$-\frac{0,866}{2} \cdot 0,165 \,.\, K - 1,229 \cdot \frac{M_2}{l} + 0,560\, V =$$

$$= 0,358\, V - \frac{0,866}{2} \cdot 0,132 \,.\, K - 0,560 \cdot \frac{M_2}{l} \cdot$$

Además debe ser:

$$\frac{K}{2} \cdot 0,866 \,.\, \xi \,.\, l + M_2 - V \,.\, l = 0.$$

Por consiguiente:

$$V = 0,317 \,.\, K$$

$$M_2 = (0,317 - 0,433 \,.\, 0,56) \,.\, K \,.\, l = 0.075 \,.\, K \,.\, l.$$

INFLUENCIA DEL COMPONENTE HORIZONTAL

*c) Estado de carga* (fig. 13).

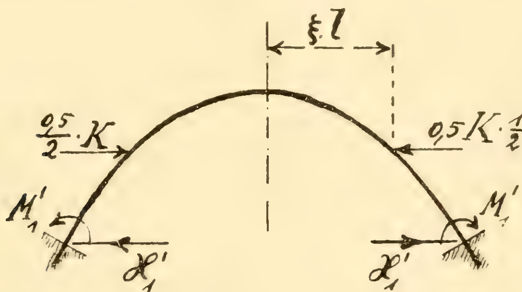



Fig. 13

$$\Sigma \omega == 0$$

$$0 = \frac{0,5}{2} \cdot 0,081 \,.\, K + 1,229 \cdot \frac{M_1'}{l} - 0,489 \,.\, X_1'$$

$$\Sigma h = 0$$

$$0 = \frac{0,5}{2} \cdot 0,051 \,.\, K + 0,489 \cdot \frac{M_1'}{l} - 0,300 \,.\, X_1'$$

$$M_1' = 0,001 \,.\, K \,.\, l$$

$$X_1' = 0,044 \,.\, K.$$

*d) Estado de carga* (fig. 14).

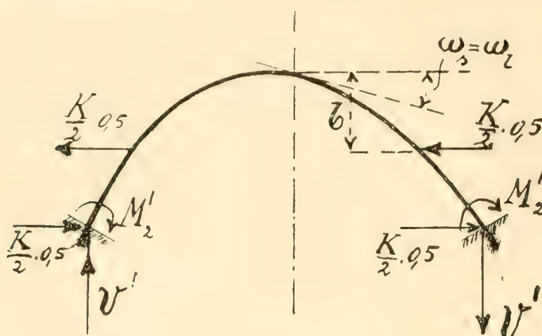



Fig. 14

$$\Sigma\omega_l = \frac{1}{l}\Sigma v_l$$

$$\frac{0,5}{2}(0,489 - 0,081)K - 1,229 \cdot \frac{M_2{}'}{l} - 0,560 \,.\, V' =$$

$$= \frac{0,5}{2}(0,291 - 0,063)K - 0,560 \cdot \frac{M_2{}''}{l} - 0,358 \,.\, V'$$

$$b = f \cdot \frac{a^2}{l^2} = \eta \,.\, l \cdot \frac{\xi^2 l^2}{l^2} = \eta \,.\, \xi^2 \,.\, l = 0,64 \,.\, 0,56^2 \,.\, l$$

$$b = 0,201 \,.\, l.$$

Además debe regir :

$$V' \,.\, l + M_2{}' - 0,799 \quad \frac{0,5}{2} \cdot K \,.\, l = 0$$

$$M_2{}' = 0,1998 \,.\, Kl - V' \,.\, l.$$

Resultan :

$$V' = 0,19 \,.\, K$$

$$M_2{}' = 0,0098K \,.\, l.$$

La carga K produce por consiguiente los siguientes momentos y fuerzas de apoyo (véase fig. 10) :

*Apoyo izquierdo*

$$V_i = \frac{K}{2} \cdot 0,866 - V + V' =$$

$$= (0,433 - 0,317 + 0,19) \,.\, K = 0,306 \,.\, K$$

$$X_i = X_1 - X_1' + \frac{0.5}{2} \cdot K =$$
$$= (0{,}14 - 0{,}044 + 0{,}25) \cdot K = 0{,}346 \cdot K$$

$$M_i = (0{,}075 + 0{,}0098 - 0{,}0838 - 0{,}001) \cdot K \cdot l = 0.$$

*Apoyo derecho*

$$V_d = \frac{K}{2} \cdot 0{,}866 + V - V' =$$
$$= (0{,}433 + 0{,}317 - 0{,}19) \cdot K = 0{,}560 \cdot K$$

$$X_d = - X_1 + X_1' + \frac{0{,}5}{2} \cdot K =$$
$$= (- 0{,}14 + 0{,}044 + 0{,}25) \cdot K = 0{,}154 \cdot K$$

$$M_d = M_1 + M_2 + M_1' + M_2' =$$
$$= (0{,}0838 + 0{,}075 + 0{,}001 + 0{,}0098) \cdot Kl = 0{,}1696 \cdot K \cdot l.$$

En el cálculo no se consideró la deformación de la viga que resulta á consecuencia de las componentes paralelas al eje, las que producen una variación de longitud.

Por lo general, no será necesario considerar la influencia de dichas componentes, siendo en la mayoría de casos insignificante su efecto. Para completar el ejemplo, sin embargo, averiguaremos ahora la influencia mencionada, aprovechando de los valores ya calculados y de los de las tablas.

Significa en las siguientes ecuaciones:

$\alpha \cdot K$ = fuerza de apoyo horizontal causada por la variación de longitud del eje de la viga;

$\beta \cdot K$ = fuerza de apoyo vertical causada por la variación de longitud del eje de la viga;

$\gamma \cdot K \cdot l$ = momento de apoyo causado por la variación de longitud en el eje de la viga.

Para el estado de carga (fig. 11), resulta según las condiciones $\Sigma \omega_l = 0$ y $\Sigma h_l = 0$:

$$0 = 0{,}433(0{,}560 - 0{,}165) - (0{,}0838 + \gamma_1) \cdot 1229 -$$
$$- (0{,}140 + \alpha_1) \cdot 0{,}489$$

$$0 = [0{,}433(0{,}393 - 0{,}163) + (0{,}14 + \alpha_1) \cdot 0{,}617] \cdot \frac{I}{l^2 F} +$$
$$+ 0{,}300(0{,}140 + \alpha_1) + 0{,}489(0{,}0838 + \gamma_1) - 0{,}433(0{,}291 - 0{,}099)$$

$$\alpha_1 = -0{,}000849 - 2{,}5133 \,.\, \gamma_1$$

$$\gamma_1 = \frac{\mathrm{I} \,.\, 0{,}18545 + l^2\mathrm{F} \,.\, 0{,}000413}{\mathrm{I} \,.\, 1{,}5507 - l^2\mathrm{F} \,.\, 0{,}26499}.$$

Para el estado de carga (fig. 12), rigen las condiciones

$$\Sigma\omega_l = \frac{1}{l} \cdot \Sigma r_l \quad \text{y} \quad 0{,}433 \,.\, \xi + (0{,}075 + \gamma_2) - 0{,}317 + \beta_2) = 0:$$

$$-0{,}433 \,.\, 0{,}165 - 1{,}229(0{,}075 + \gamma_2) + 0{,}560(0{,}317 + \beta_2) =$$
$$= 0{,}358(0{,}317 + \beta_2) - 0{,}433 \,.\, 0{,}132 - 0{,}560(0{,}075 + \gamma_2) +$$
$$+ \frac{\mathrm{I}}{l^2\mathrm{F}} \cdot [0{,}504(0{,}317 + \beta_2) - 0{,}433 \,.\, 0{,}119]$$

$$\beta_2 = 0{,}00048 + \gamma_2$$

$$\gamma_2 = -\frac{\mathrm{I} \,.\, 0{,}108483 + l^2 \,.\, \mathrm{F} \,.\, 0{,}000333}{\mathrm{I} \,.\, 0{,}504 + l^2 \,.\, \mathrm{F} \,.\, 0{,}467}$$

Del estado de carga (fig. 13), resulta:

$$0 = \frac{0{,}5}{2} \cdot 0{,}081 + 1{,}229(0{,}001 + \gamma_3) - 0{,}489(0{,}044 + \alpha_3)$$

$$0 = \frac{0{,}5}{2} \cdot 0{,}0051 + 0{,}489(0{,}001 + \gamma_3) - 0{,}300(0{,}044 + \alpha_3) -$$
$$- \left[(0{,}044 + \alpha_3) \,.\, 0{,}617 - \frac{0{,}5}{2} \cdot 0{,}454\right] \frac{\mathrm{I}}{l^2\mathrm{F}}.$$

$$\alpha_3 = -0{,}000076 + 2{,}5133\gamma_3$$

$$\gamma_3 - \frac{\mathrm{I} \,.\, 0{,}0864 + l^2 \,.\, \mathrm{F} \,.\, 0{,}000062}{\mathrm{I} \,.\, 1{,}5507 + l^2 \,.\, \mathrm{F} \,.\, 0{,}26499}$$

Del estado de carga (fig. 14), puede deducirse:

$$0 = (0{,}19 + \beta_4) + (0{,}0098 + \gamma_4) - 0{,}799 \cdot \frac{0{,}5}{2}$$

$$\frac{0{,}5}{2}(0{,}489 - 0{,}081) - 1{,}229(0{,}0098 + \gamma_4) - 0{,}560(019 + \beta_4) =$$
$$= \frac{0{,}5}{2}(0{,}291 - 0{,}063) - 0{,}560(0{,}0098 + \gamma_4) -$$
$$- 0{,}358(0{,}19 + \beta_4) - \frac{\mathrm{I}}{l^2\mathrm{F}}\left[\frac{0{,}5}{2}(0{,}786 - 0{,}326) + 0{,}504(0{,}19 + \beta_4)\right]$$

$$\beta_4 = -0{,}00005 - \gamma_4$$

$$\gamma_4 = \frac{\mathrm{I} \,.\, 0{,}21074 + l^2\mathrm{F} \,.\, 0{,}000074}{\mathrm{I} \,.\, 0{,}504 + l^2\mathrm{F} \,.\, 0{,}467}.$$

## FUERZAS Y MOMENTOS DE APOYO
## PRODUCIDOS POR MOVIMIENTOS DE LOS PUNTOS DE APOYO

La figura 15 demuestra el estado de la deformación supuesta y de la acción de los momentos y fuerzas de apoyo.

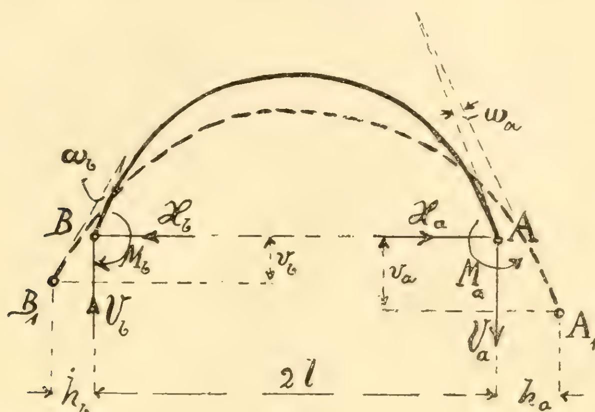



Fig. 15

El punto de apoyo A se movió á $A_1$ y el punto B á $B_1$.

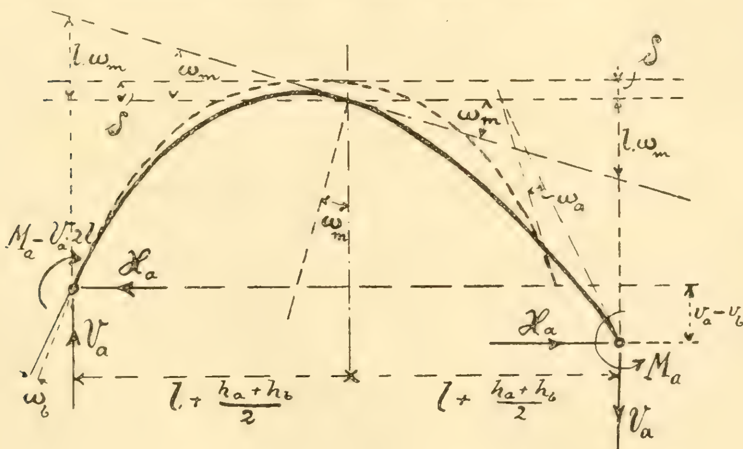



Fig. 16

De las condiciones de equilibrio resulta:

$$H_a = -H_b$$
$$V_a = -V_b$$
$$M_b = M_a - V_a \cdot 2l.$$

Por consiguiente :

$$\omega_a + \omega_m = \frac{l^2}{\mathrm{EI}}\left(\mathrm{H}_a \,.\, k + \frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, s - \mathrm{V}_a \,.\, i\right)$$

$$\omega_b - \omega_m = \frac{l^2}{\mathrm{EI}}\left(\mathrm{H}_a \,.\, k + \frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, s - \mathrm{V}_a \,.\, 2s + \mathrm{V}_a \,.\, i\right)$$

$$\omega_a + \omega_b = \frac{l^2}{\mathrm{EI}}\left(2\mathrm{H}_a \,.\, k + 2\,\frac{\mathrm{M}_a}{l}\; s - 2 \,.\, \mathrm{V}_a \,.\, s\right) \qquad \text{(I)}$$

$$v_a - v_b - \delta - l \,.\, \omega_m = \left(\mathrm{V}_a \,.\, m - \mathrm{H}_a \,.\, r - \frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, t\right)\frac{l^3}{\mathrm{EI}} +$$

$$+ \delta - l \,.\, \omega_m = \left(\mathrm{V}_a \,.\, m + \mathrm{H}_a \,.\, r + \frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, t - 2\mathrm{V}_a \,.\, t\right)\frac{l^3}{\mathrm{EI}}$$

$$v_a - v_b - 2l \,.\, \omega_m = (2 \,.\, \mathrm{V}_a \,.\, m - 2\mathrm{V}_a \,.\, t)\,\frac{l^3}{\mathrm{EI}}$$

$$v_a - v_b = 2l \,.\, \omega_m + \frac{l^3}{\mathrm{EI}}\,(2\mathrm{V}_a \,.\, m - 2\mathrm{V}_a \,.\, t) =$$

$$= \frac{l^3}{\mathrm{EI}}\left(2\mathrm{H}_a k + 2\,\frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, s - 2\mathrm{V}_a \,.\, i + 2\mathrm{V}_a m - 2\mathrm{V}_a t\right) - 2l \,.\, \omega_a =$$

$$v^a - v^b - \frac{2l^3}{\mathrm{EI}}\left[\mathrm{H}_a k + \frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, s + \mathrm{V}_a\,(m - i - t)\right] - 2l\omega_a \qquad \text{(II)}$$

$$\frac{h_a + h_b}{2} + \eta \,.\, l \,.\, \omega_m = \frac{l^2}{\mathrm{EI}}\left(\mathrm{H}_a q + \frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, z - \mathrm{V}_a \,.\, n\right)$$

$$\frac{h_a + h_b}{2} - \eta \,.\, l \,.\, \omega_m = \frac{l^2}{\mathrm{EI}}\left(\mathrm{H}_a \,.\, q + \frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, z - 2\mathrm{V}_a \,.\, z + \mathrm{V}_a \,.\, n\right)$$

$$h_a + h_b = \frac{2l^2}{\mathrm{EI}}\left(\mathrm{H}_a q + \frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, z - \mathrm{V}_a \,.\, z\right) \qquad \text{(III)}$$

De las ecuaciones I, II y III puede calcularse los valores desconocidos $\mathrm{H}_a$, $\mathrm{V}_a$ y $\mathrm{M}_a$.

La influencia de la variación de temperatura se la puede considerar en la ecuación III teniendo en cuenta que de un aumento de temperatura de T° resultaría un alargamiento de la distancia $2 \,.\, l$ entre apoyos. Indicando con $\varepsilon$ el coeficiente de alargamiento para un aumento de temperatura de 1°, obtendremos el alargamiento total por la fórmula.

$$\varepsilon 2l\mathrm{T}.$$

La ecuación III adopta por lo tanto la forma :

$$h_a + h_b - \varepsilon 2l\mathrm{T} = \frac{2l^2}{\mathrm{EI}}\left(\mathrm{H}_a \,.\, q + \frac{\mathrm{M}_a}{l} \,.\, z - \mathrm{V}_a \,.\, z\right). \qquad \text{(III}^{\text{a}}\text{)}$$

OTTOMAR SCHMIEDEL.

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO

DE

# LOS LEPIDÓPTEROS ARGENTINOS

Por EUGENIO GIACOMELLI

---

## INTRODUCCIÓN

El modesto trabajo que va en seguida no es sino la continuación lógica de otros estudios de mayor extensión anteriormente publicados por mí en los *Anales de la Sociedad científica argentina*. Lo que hago actualmente es aumentar ese pequeño caudal lepidopterológico, añadiendo á las descripciones de mis *Lepidópteros riojanos nuevos* otras pocas de algunas especies más, nuevas también, que he estudiado lo mejor que me ha sido posible, y haciendo conocer las descripciones y notas biológicas sobre muchas orugas y crisálidas, desconocidas unas, poco estudiadas otras, y si bien estas últimas no importan novedad científica sino en pocos detalles, contribuirán sin embargo á formar la base de los estudios de embriología lepidopterológica argentina, tan genialmente iniciados por Burmeister y Berg, á los cuales, dentro del límite de mis fuerzas, quiero contribuir con mi limitada cooperación. Los estudios sobre estados larvales ó preparatorios de las especies americanas están aún relativamente en la infancia; mucho se ha hecho; más aun hay por hacer; y me daré por satisfecho si este trabajo alcanzara á representar lo que vale un grano de arena en un médano, ó una gota de agua en el océano, ó si como un copo más de nieve en una avalancha pueda aumentar, aunque sea en una insignificante cantidad, el volumen de la futura mole, que otros después en-

grandecerán. Á nada más tiende ni nada más pretende esta modestísima labor, fruto de poco desvelo, pero de concienzuda y continuada observación. Si se encuentran en ella errores y deficiencias, que me sean perdonados.

La Rioja, mayo 1914.

## I

## APUNTES SOBRE EL GÉNERO *MATHANIA OBERTHÜR* Y DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA ESPECIE

Sobre este género interesantísimo de *Pieridae* reina aún muchísima confusión é incertidumbre. El material con que ha sido estudiado es por ahora poco é insuficiente, y las especies que lo componen son raras y escasas aun en las grandes colecciones. Además, en ninguna de las obras á mi alcance, he encontrado citada la hembra de ninguna especie; todos los ejemplares que yo poseo de las distintas especies de este género, á mi juicio, son indudablemente los machos, y los que están en venta en las grandes casas que comercian en lepidópteros como Staudinger y Bang Haas, son también todos machos. Hay que anticipar, pues, que mientras no se describan ó quizá descubran las hembras, será imposible definir y sistematizar convenientemente cada una de las especies que componen el género. Yo estoy perfectamente de acuerdo con el doctor Röber, que dice en *Die Grosschmetterlinge der Erde* que la especie llamada *Mathania leucothea* Mol. = *M. Gayi Blanch.* se aparta muchísimo de las demás *Mathania,* por muchos detalles de color, aspecto, nervulación, pigmentación, etc., y por mi parte he observado que es muy comparable á las *Hesperocharis* y muy especialmente á *H. costaricensis Bat.* (que tengo en mi colección), sobre todo en la superficie anterior de las alas; en una palabra, creo no equivocarme al asegurar que esta especie, aún poco estudiada, forma el tránsito natural entre el género *Hesperocharis* y las verdaderas *Mathania,* que, como *M. Agasicles,* tienen el segundo par de alas más angulosas; sin embargo no creo que sea necesario por ahora formar, como Röber indica por primera vez, un género nuevo; además, dice este naturalista hablando de esa especie, que cree que en el nombre de *M. leucothea* = *gayi* pueden haber sido comprendidas dos especies diferentes, lo cual es muy probable, pues la nueva especie de *Mathania,* que yo describo á continuación, es de un

color semejante, y pudiera haber sido confundida y comprendida en *M. leucothea* error en el que yo mismo sin conocer los ejemplares chilenos de *M. leucothea,* hubiera caído, y del cual éstos y un estudio más prolijo ulterior me ha librado. Yo he comparado dos ejemplares chilenos de esta especie, el uno proveniente del museo de Santiago (obtenido por cortesía del señor don Carlos Silva Figueroa) y el otro que compré á Staudinger y Bang Haas (ejemplares ambos machos, á mi juicio) y puedo asegurar que, si ambos, como yo no dudo, pertenecen á la misma especie, hay sin embargo mucha diferencia individual entre ellos como para demostrar que todas las *Mathania* son bastante variables y necesario por consiguiente estudiarlas sobre mucho material; pero estos dos ejemplares de *M. leucothea* han venido á disipar por completo la duda que yo tenía de que mi especie, ahora descrita como nueva fuera *M. leucothea* ó una forma de ella, lo cual explicaré más adelante. El ejemplar enviado por Staudinger tiene las alas del segundo par un poquito más angulosas que el del museo de Santiago pero la diferencia es pequeña, y este carácter es muy variable en las *Pieridae* provistas de colas como éstas y algunas del género *Catopsilia* en que pasa igual cosa...

La especie descrita como *Hesperocharis Gaujoni,* según Dognin, no es sino *Mathania Agasicles* Hew. como Dognin mismo dice pudo verificar sobre el tipo mismo del British Museum y *Mathania esther Oberth.* (1890) y *M. auremaculata Dogn.* Son sinónimos, siendo este último nombre el más antiguo. (Descrita por Dognin en el *Naturaliste,* pág. 68, 15 de marzo 1888) (1) de manera que las especies del género *Mathania* vienen á reducirse en número; si la mía, que describo ahora, es, como creo, realmente nueva, serán sólo 4, es decir:

1ª *Mathania Leucothea* Mol. = *M. Gayi* Blanch;

2ª *Mathania Agasicles* Hew;

3ª *Mathania aureomaculata Dogn. con su varietas pallida Köb. sp. nova;*

4ª *Mathania Carrizoi* Giac. n. sp., mi nueva especie que paso á describir:

**Mathania Carrizoi** Giac. n. sp. (1914)

Especie próxima á *M. leucothea,* pero completamente diferente; el color de las alas es uniformemente blanco con un ligero tinte verdoso,

(1) Véase á este propósito la obra de Dognin: *Lepidoptères de Loja et environs* (Équateur). Paris, 1891, 2me livraison, page 46.

mientras que en *leucothea* tiende más al amarillo : esto relativamente á la superficie anterior de las alas ; en la posterior difiere muchísimo más todavía ; *Carrizoi* tiene los ápices de las alas anteriores ligeramente amarillento ó verdoso, las del segundo son fundamentalmente de color verdoso glauco muy claro, y sobre ese fondo se destaca una serie de nubéculas verde gris más intenso que dejan entre sí varios espacios claros formando el todo, un semicírculo alrededor de los bordes del ala concéntrico á éstos ; éste es muy variable en mis cuatro ejemplares, casi invisible en uno, muy marcados en otros, un punto amarillo naranja poco vistoso en la raíz de las dos nervaduras que forman el disco del ala del segundo par ; cuerpo pubescente ; en un ejemplar dos puntitos rojizos á la base de los ojos, como en *M. leucothea ;* antenas semejantes á las de ésta ; tamaño de los ejemplares muy variable desde uno chico (44 mm. expans. alar.) hasta uno muy grande (58 mm.) ; las alas del segundo par extremadamente angulosas, el borde externo de las alas anteriores cóncavo como en *M. agasicles,* mientras que es muy convexo en *M. leucothea ;* además lo que distingue bien las dos especies es el color del fondo de las alas del segundo par, muy amarillento en *leucothea* verdoso en *Carrizoi.* Tengo de esta nueva é interesante especie cuatro ejemplares, que creo todos machos ; otros dos también fueron enviados á Europa y uno de ellos debe figurar aún en el British Museum, donde no pudieron hallar la especie al estudiarla, y sólo comunicaron el género *(Mathania* sp. ?).

Fué hallada algunos años ha por mi estimado amigo el señor Nicanor Carrizo en Santa Cruz y después por mí en el Saladillo, localidades de la sierra, distante más ó menos dos leguas de la ciudad de La Rioja. Me es grato, al describir esta nueve especie, el darle el nombre de mi amigo y expresarle aquí mi agradecimiento. Ignoramos aún cómo es la oruga y su crisálida. Todos los estados preparatorios de las especies del género Mathania parecen ser desconocidos, y cuando algo sepamos á este respecto, lo cual es muy difícil conseguir, podremos resolver mejor la demarcación específica de las mariposas que entran en este género, interesante y aún poco estudiado. Por ahora creo que es esto lo poco que desgraciadamente se conoce sobre el género *Mathania.* Si fuera posible, este ensayo será completado ulteriormente.

**Thecla pseudarcula** Giac. n. sp. (1914)

Dos ejemplares : 1 ♂ y 1 ♀ de La Rioja (capital.)
Expans. alar. ♂ 24 mm. ; ♀ 28 mm.

Descripción, etc.: Esta nueva *Thecla* debe colocarse cerca de *Th. arcula Druce,* pero es muy diferente; ante todo la primera no tiene apéndice caudal; en *pseudarcula* es bien marcado y de la forma que afecta en *Th. binangula Schaus,* aunque mucho menos marcado.

El macho es en su lado superior azul metálico brillante con reflejos violáceos bajo cierta inclinación; este color azul se nota solamente en la mitad basal del ala del primer par y casi en toda la del segundo, á partir de la base; el cuerpo tiene una pubescencia gris azulado menos intenso. La hembra es de color térreofusco, y sólo hacia las bases de ambas alas se nota un reflejo azulado pálido, que se hace un poquito más intenso en las alas del primer par, miradas bajo cierto ángulo.

En la superficie inferior de las alas en ambos sexos hay mucha concordancia; tanto el macho como la hembra son de color fusco, más intenso en el macho; se nota en el ápice y borde externo de las primeras alas y hacia el borde externo de las segundas una visible espolvoreadura blanquecina, interrumpida por algunas líneas bordales y prebordales obscuras; toda el área basal de las alas del segundo par es también ampliamente obscura y sólo interrumpida aquí y allá por átomos blancos poco visibles; entre esta gran área obscura basal y la blanquecina ya descrita y próxima al borde hay otra área visible térreoferruginosa; todos estos detalles son muy claros en el ejemplar macho y no en el ejemplar hembra, que es más uniforme de coloración. El cuerpo sigue en su lado inferior el color general de éste.

El macho fué cazado sobre *Morrenia adorata;* ambos son de La Rioja (capital), pero de distintas localidades.

### **Apodemia Drucei** Giac. n. sp.

Dos machos. Esta singular especie de *Apodemia* debe compararse á *A. Chilensis* Feld, á la cual es muy próxima, aunque, para mi modo de ver, bien distinta de ésta; es mucho más grande que *chilensis* (46 mm. exp. alar); su coloración es en mis ejemplares machos de coloración rojoferruginosa de las hembras de *chilensis* (de La Rioja); mientras que los machos de ésta son mucho más obscuros; la segunda serie de lúnulas bordales es también clara como en las hembras de *chilensis* y no obscura como en los machos. En la página superior de las alas es tan parecida á la especie ya citada, que bien podría confundirse con ella, pero en la página inferior es totalmente diversa; ante todo en el área basal de las alas del primer par no hay casi manchas ni fajas negras sobre el campo amarillo en *Drucei,* mientras que exis-

ten y muy numerosas en *chilensis*; en las alas del segundo par no hay en *A. Drucei* sino una amplia faja mediana blanca, que va desde el ángulo anterior hasta la mitad del borde interno; esta faja está constituída de lúnulas blancas y está bordada al lado externo é interno por dos áreas fuscas, en las cuales se destacan visiblemente lúnulas y manchas más fuscas aún; cerca del ángulo anterior y el anal son muy visibles dos pares de manchitas negras; todo ésto no existe en *chilensis*, que tiene en todos los ejemplares normales tres fajas oblicuas incompletas, blancas en fondo fusco, en posición completamente distinta de la descrita en *Drucei*.

Todas estas diferencias y la *facies* general de *A. Drucei* me autorizan á creer que se trata de una especie; tanto más que el conocido entomólogo señor H. H. Druce, á quien envié un ejemplar y á quien actualmente la dedico, me escribió que opinaba se tratara de una nueva especie aún no representada ni en su vasta colección ni en el British Museum. Queda, pues, con el nombre de este insigne especialista, por lo menos hasta ulterior estudio.

Mis dos ejemplares machos son muy concordantes entre ellos; el tercero enviado al señor Druce lo era también, y ese, si mal no recuerdo, también era macho: la hembra es aún desconocida; si se encontrara algún día, sería más fácil decidir si se trata de una especie realmente nueva, lo que para mí no es dudoso. Esta curiosa forma de *Apodemia* fué encontrada en Chumbicha (provincia de Catamarca) por mi amigo el señor Alberto Aranda, que me la regaló. Es probable que se encuentre también en territorio riojano, en el límite de ambas provincias.

## II

## DESCRIPCIÓN DE LA ORUGA Y CRISÁLIDA DE *HEMEROPLANES GRISESCENS ROTHS* JORD.

Los estados preparatorios de esta especie, como lo consignan también sus autores en un notable trabajo sobre *Sphingidae* (1), eran completamente desconocidos para la ciencia: una feliz casualidad hizo que yo los descubriera con toda seguridad, completando así la biología de la especie. Aquí doy, pues, una descripción y datos sobre dichos estados preparatorios:

(1) Véase á propósito: *A revision of the Lepidopterous family Sphingidae. Novitates Zoologicae*, volume IX, suplement, page 387-389. London, 1903.

*a) Oruga. Primer estadio.* — La planta de que se alimentan las orugas es el *Aspidosperma quebracho* Schlt. *(Apocineae).* Cuando tiene más ó menos dos centímetros de largo es como sigue: color general verde glauco, rayas laterales finas y cuernos terminales (1) amarillo limón; dos rayas dorsales más finas amarillo claro, menos visibles que las laterales. Patas espurias visibles en el 6°, 7°, 8° y 9° segmento. Extremadamente adaptada por su coloración á las hojas del quebracho en las cuales vive.

*Segundo estadio* (55 mm. más ó menos). — Al alcanzar esta longitud el color verde es un poquito intenso, el cuerno superior terminal es superiormente celeste, el inferior verde claro; las rayas laterales amarillento limón claro, las dos dorsales muy pálidas y resaltan poco.

La región ventral es verde como el cuerpo hasta el segundo par de patas espurias; á partir del tercero es amarillo crema, más resaltante hacia la región terminal. Empiezan á verse aún á simple vista las aberturas de las estigmas en forma de dos puntos blancos que resaltan sobre el fondo verde. Dos ó tres días después estos dos puntos blancos se hacen más visibles y entre ellos se divisa claramente un punto negro que no es más que la abertura de cada estigma. Mientras tanto toda la región dorsal ha ido tomando un color rosado pálido. Al día siguiente el color rosado se extingue y toda la oruga vuelve á tener el color verde claro primitivo. En un día más se transforma en crisálida.

*b) Crisálida.* — Se formó el 25 de abril, y se efectuó la eclosión del imago (una hembra de la especie citada) el 30 de mayo de 1914. Tenía casi tres centímetros de largo y siete milímetros de ancho más ó menos en su parte más ancha, color general castaño obscuro, casi negro, excepto las alas embrionales que son al principio de color verde amarillento. En el dorso y cerca de la cabeza el color verde de las alas embrionales se funde con el color negruzco, esfumándose el uno con el otro. Poco después toda la crisálida adquirió un color castaño obscuro uniforme.

(1) Esta larva tiene en este estadio dos cornículos terminales: uno superior más largo, otro inferior más corto.

## III

## OTRAS DESCRIPCIONES DE ESTADOS PREPARATORIOS DE LEPIDÓPTEROS

### *Evolución de* Synchloe = Chlosyne

(Especie muy probable *Saundersii* Doubl. Hew.)

*Oruga* — Vive sobre el Sunchillo ó Chilquilla *Wedelia glauca* Ort. (Compositae) y sobre el ataco (*Amaranthus chlorostachys* Willd.) quizá también sobre la batata común (Convolvulaceae). Su color es rojizo ladrillo intenso. Está provista de pelos en forma de arbolitos parecidos á los de las orugas de algunas *Saturniadae*. Estos son negros y se destacan sobre el color rojizo del cuerpo, la cabeza es también negra. Región ventral gris, cinco pares de patas espurias en el 5°, 6°, 7°, 8° y 9° segmentos. Los pelos están dispuestos en seis series longitudinales. Algunas orugas son negras, otras negras con una serie de manchas dorsales color ladrillo en la línea mediana dorsal; probablemente la diferencia de estas dos formas de orugas será debida á la edad ¿ó quizá al sexo?

*Crisálida.* — De color casi cárneo pálido con una línea obscura que parte de la cabeza hasta la extremidad del abdomen en la superficie ventral; el tórax y el abdomen cubiertos de puntos obscuros y sobre las alas embrionales estos puntos se alargan en forma de comas , , , . Algunas crisálidas son mucho más obscuras. La eclosión del imago sucede como á los siete días.

### *Descripción de la oruga y crisálida de* Actinote calymma *Jord.* (1)

*Oruga.* — Vive sobre *Micania scandens* Willd. (Compositae), tiene el cuerpo cubierto por espinas en forma de arbolitos dispuestos en cuatro series: dos dorsales y dos laterales; los anteriores casi la mitad son marrón obscuro, como también la parte dorsal de los segmentos que los llevan; después siguen segmentos blancos glaucescentes

(1) *Calymma* Jord. se aproxima á *pellenea* Hubn, una forma del Brasil.

claros hasta los dos últimos, que son obscuros como los primeros. Patas espurias situadas en el 6°, 7°, 8° y 9° segmentos del abdomen, que es todo verde claro ó verde glauco.

*Crisálida.* — (Long. 8-10 mm.) Color verde glauco claro menos la parte abdominal, que es amarillo verdoso muy pálido. Alas embrionales en que se revelan las nervaduras con líneas muy finas y nítidas negras; ídem la espiritrompa, vértex y órbitas. Abdomen con diez espinas dispuestas en dos series de cinco cada una y provisto de líneas negras finas paralelas = = = = interrumpidas. Al día siguiente de la transformación de la oruga en crisálida, ésta toma un color más blanquecino uniforme. La eclosión tiene lugar dentro del espacio de siete ú ocho días.

### *Descripción de la larva y crisálida de* Phakellura hyalinatalis L.

*Larva.* — Patas espurias en el 6°, 7°, 8° y 9° segmentos. El último termina en un tubérculo bifurcado. Color general verde amarillento muy claro uniforme, en que resalta la línea mediana verde que corresponde al vaso dorsal que se ve pulsar. Toda la superficie de la piel cubierta de pelos muy finos simples blancos, muy ralos; las patas espurias hialinas y de forma perfectamente cilíndrica. Aberturas estigmales muy poco visibles. Vive sobre las hojas de zapallo.

*Crisálida.* — Mide más ó menos 14 milímetros de largo; de color castaño como la madera obscura pulida; la parte ventral y las alas embrionales, más claras. Aberturas estigmales más obscuras bien visibles: forma general cilindrocónica. Está envuelta en una finísima tela, con la cual acartucha la hoja del zapallo. No sé en cuántos días se verifica la eclosión.

### *Prodenia latifascia* W.

*La Oruga.* — Tiene las patas espurias en el 6°, 7°, 8° y 9° segmentos. Es superiormente negro aterciopelado con una raya mediana amarilla longitudinal y otras tres laterales sucesivas del mismo color, la primera (de estas tres últimas) es más ancha y provista de un punto blanco á distancia de segmento á segmento. Superior é inferiormente verde amarillento impuro. Cabeza fulva. En el fondo negro del dorso resaltan áreas de negro aterciopelado más intenso de forma triangular una al lado de cada punto blanco. Entre la segunda y la tercera raya

amarilla transversal hay una faja longitudinal gris azulada, dividida á su vez en estriolas longitudinales muy estrechas negras.

La crisálida es marrón obscuro sin caracteres notables.

### *Descripción de la larva y crisálida de una* Plusia

(probablemente *Plusia nu* Guér. ú otra próxima)

*Larva.* — De color verde claro amarillento con pelos simples cortos en toda la superficie del cuerpo de la larva, siendo muy ralos; en la cabeza y en los tres primeros segmentos estos pelos terminan á la base por una verruguita negra; así sucede también en algunos que siguen una línea amarilla que hay lateralmente; hay un pelo de estos por cada segmento. Además de la línea amarilla ya citada hay superiormente otras seis (tres por lado), también de color amarillo claro, más angostas que la lateral y en medio de ellas una línea mediana verde obscura dorsal que divide el cuerpo en dos mitades, derecha é izquierda, perfectamente simétricas, pues corresponde al vaso dorsal de la larva, que se ve pulsar rítmicamente.

Las líneas amarillas ya citadas llevan en cada segmento dos verruguitas del mismo color de donde salen los pelos simples; las aberturas estigmales son de color, café claro y están colocadas en la mitad de cada segmento, en la parte inferior de la línea amarilla lateral. Patas espurias en el 8° y 9° segmentos, la parte terminal del cuerpo es en forma de un tubérculo bifurcado en dos. Vive sobre una compuesta del género *¿ Erigeron ?*

Cuando está por transformarse en crisálida, se hincha y toma un color verde glauco uniforme; sólo resalta una línea lateral más clara aún y la línea dorsal que siempre se ve pulsar. Se envuelve en un capullo muy fino simple, que hila y forma con las hojas de la planta nutricia.

*Crisálida.* — Mide de 13-14 milímetros, color verde claro al principio, más claro aún en el abdomen, alas embrionales bien visibles; algunos puntos dorsales y una fajita abdominal obscura; el último día toda la crisálida se pone obscura. La eclosión se efectúa en once días.

*Imago.* — Me parece recordar que esta oruga fué la que formó la mariposa del género *Plusia,* que yo describí como *Plusia atrata* (1), estoy casi seguro de ello; si es así se conoce toda su evolución completa.

(1) Véase *Anales de la Sociedad científica argentina,* tomo LXXII, página 38.

### *Descripción de la oruga de* Celerio euphorbiarum *Guérin*

Aunque sobre esta especie han escrito ya Burmeister y Berg en sus conocidos trabajos, lo que aquí sigue sobre larvas, etc., servirá para completar algunos detalles biológicos y gráficos.

He estudiado de esta especie dos categorías de orugas que por ahora señalo convencionalmente con el número 1 y número 2, y creo que este es probablemente un estadio más avanzado del número 1.

Número 1 : *Larva.* — Verde tierno, con cornículo terminal rojizo, negro al ápice ; cuatro patas falsas abdominales situadas en los 6°, 7°, 8° y 9° segmentos ; dos líneas rojizo vinoso laterales siguiendo la línea de los estigmas ; en el dorso tres líneas, la central rosada, y dos laterales una á la derecha y otra á la izquierda de la anterior, amarillo claro, interrumpidas por diez manchas rojizas y amarillentas, situadas cada una al origen de cada segmento y á igual distancia entre ellas. Las dos últimas son ovoides y se juntan en la base del cornículo. Las dos líneas claras terminan también con una manchita como las anteriores, pero más pequeña, situada más allá del cornículo, cerca de la extremidad posterior.

Número 2. Región ventral verde amarillo claro, líneas laterales rojizas, las tres dorsales rojizo salmonado intenso. Cornículo rojo vinoso. Hay que notar que algunas de estas larvas no tienen la línea rojiza dorsal sino solamente las dos laterales, además de las líneas de las estigmas.

Viven en *Oenothera stricta Ledeb.* (Onagraciae), pero en esclavitud comen también hojas de rosa.

No recuerdo gran cosa de la crisálida de que habló ya sintéticamente Burmeister (1); sólo recuerdo que no tenía caracteres salientes, y que la evolución se hacía en menos de un mes.

### *Algunas palabras sobre los estados larvales de* Euptoëta Claudia *Cram.*

La oruga es parecida á la de *Chlosque samdersi* p. forma y color ; la crisálida antes descrita muy sintéticamente por Burmeister en el trabajo citado, es como sigue :

Color del fondo : plateado iridescente. Tubérculos dorsales áureos

(1) H. Burmeister, *Description physique de la République Argentine*, texto página 337, atlas, plancha VI ; texto, página 38 y add. página 58.

dispuestos en cuatro líneas longitudinales, entremezclados á puntos negros dispuestos en grupos de á cuatro, comprendiendo en el medio la línea de tubérculos dorados laterales; dos tubérculos áureos en la cabeza, alas con vírgulas ó comas negras que siguen las nervaduras.

### *Algo más sobre oruga y crisálida de* Colias Lesbia *F.*

(probable especie andina Stgr.)

Vive, como es bien conocido por los agricultores, sobre la alfalfa; es de color verde tierno; dos rayas laterales más claras blanco amarillento que resaltan mucho; otras dos rayas á los lados del dorso, mucho menos visibles y de color amarillo verdoso muy claro. Cuerpo y cabeza cubierto de una ligera peluza blanquecina algo rala. Patas falsas en el 6°, 7°, 8° y 9° segmentos. Superficie inferior ó ventral de un color verde azulado claro.

La crisálida es al principio de color verde claro, en los dos días sucesivos toma un color que tiende á rosado ó rojizo (de esa crisálida salió una hembra del tipo anaranjado). Su evolución dura pocos días. He querido incluír aquí estos datos sobre este lepidóptero tan conocido por algún detalle que fuera útil y por su íntima relación con la agricultura.

### *Oruga y crisálida de* Pyrameis Carye *Huebn.*

*Oruga.* — De color obscuro negra, recubierta de puntos y líneas amarillo azufre y puntos rojos. La cabeza es rojo ladrillo; tiene varias espinas negras y blancas en forma de arbolitos.

*Crisálida.* — De color rojizo con alas embrionales de color verde gris musgoso, provista de seis tubérculos situados en líneas longitudinales en el abdomen y de una carena longitudinal en la región del tórax. La eclosión sucedió á los ocho días, después de cambiar de color y aparecer los colores del imago.

### *Algunas palabras más sobre* Halesidota texta *H. Schaef.* *y sus estados larvales*

Estos fueron descritos y figurados incompletamente por Burmeister y por otros autores por él citados; voy añadir algo sobre la crisá-

lida y el capullo. Éste es de un color amarillo de canario muy puro; mide como 20 milímetros de largo y más ó menos 11 de ancho, no es muy espeso, de forma ovoidea y formado por pelos cortos entrelazados; tiene la particularidad de tener, más ó menos á la mitad de su longitud y en su parte superior y libre, un copetito de pelos torcidos muy característico, de manera que cada capullo parece provisto de una punta. Á través del capullo transparece un poco la crisálida, que en su primer período es amarillo ocre en las alas embrionales y cabeza, con ojos grises resaltantes y abdomen amarillo verdoso claro; después se pone más obscura; y en el último período se ven en ella claramente los dibujos y colores del imago. No apunté cuántos días emplea en la evolución, pero es menor el tiempo que un mes.

### *Oruga y crisálida de* Megalopyge uruguayensis *Berg.*

*Oruga.* — Color general canela claro, casi bayo ó blanco cuando joven; cuando es más adulta el color bayo predomina; toda la superficie del cuerpo revestida de largos pelos muy finos sedosos que forman, en los dos extremos anterior y posterior del cuerpo, dos mechones de pelos largos en forma de cuernos. La línea lateral de la oruga, obscura, casi negra, y en ella se observan los mismos pelos blancos, pero más ralos, en serie. Dorsalmente y poco más allá de la cabeza hay un anillo negro fino que atraviesa el cuerpo superiormente y está formado de dos lúnulas negras finas y yuxtapuestas. Los pelos que constituyen los dos apéndices en forma de cuerno, no son blancos sino grises ó negruzcos. La región ventral de la oruga es gris. Patas espurias bien visibles desde el 6°, 7° y 8° segmentos, muy cortas, de color rojizo claro. El color bayo canelo de la oruga es más vivo en la parte anterior del cuerpo; en la posterior domina el blanco.

Vive sobre *Aspidosperma quebracho* Schlt. (Apocineae); en el mes de abril encontré en esa planta grandes cantidades. No conviene poner tierra en los recipientes ó en las jaulas donde uno críe las orugas de esta especie, porque no forman bien el capullo; en ese caso se envuelven todas en una tela y todas ó casi todas perecen; hay que dejarlas, si es posible, en las ramas cortadas de la planta alimenticia y lo más separadas posible unas de otras, y así forman bien su capullo. Este es proporcionado al tamaño de la oruga, y formado de hilos finos de color pardo acanelado, á veces casi rojizo. Mide más ó menos 2 centímetros de largo por 1 de ancho; no transluce la crisálida al través y es bastante

compacto y resistente. Rompiendo algunos de estos capullos, que tendrían como quince ó veinte días después de su formación, no encontré todavía en ellos una crisálida bien formada, sino la oruga misma, muy retraída y como aletargada, casi sin movimiento, y que había adquirido un color negruzco muy subido; aún se distinguen en ese estado las tres patas verdaderas de la oruga.

### *Un ejemplar aberrante de* Thecla Valentina *Berg.*

Un ejemplar hembra de la especie nombrada, que cacé en la ciudad en proximidad á la estación del ferrocarril, presenta la curiosa anomalía de tener en el centro del disco alar, en el primer par de alas, una mancha de color rojo ladrillo, bastante vivo y visible en el fondo obscuro del ala. He cazado una gran cantidad de ejemplares de esa especie y observado muchos otros, y jamás hasta ahora encontré ninguno en semejantes condiciones; cuando más algunos tienen uno que otro átomo rojizo en lugar de la descrita mancha roja; no creo, pues, que se trate de ninguna variedad bien constituída, tanto más que en todos los demás detalles ese individuo concuerda con los normales; se trata, pues, de una aberración individual, probablemente de un caso aislado ó esporádico. Tampoco debe pensarse en una forma debida á la estación, pues otros individuos, también cazados en el otoño, no presentan semejante particularidad. Queda ese curioso ejemplar marcado como *aberrante* en mi colección.

### *Un ejemplar anómalo de* Tatochila Autodice *Huebn.*

Un ejemplar hembra de esta especie, y que tiene el dibujo perfectamente normal de las demás de su especie, presenta la curiosa anomalía de coloración de ser completamente amarillo verdoso, bastante intenso, de un color semejante al de la especie, *Tatochila Theodice* Boisd. de Chile; este color se hace notar igualmente en la parte inferior de las alas; el ejemplar en cuestión es muy resaltante, y sobre muchos centenares de ejemplares que he cazado y examinado, sólo éste presenta este carácter; parece que las formas de *autodice* andinas de la República Argentina se fueron aproximando, puramente en coloración, á las chilenas de la especie próxima *Theodice*, lo cual es muy natural, y este ejemplar sería uno de los eslabones lógicos entre

ambas, pero la anomalía es sólo en la coloración, conservando mi citado individuo de *autodice* los caracteres específicos bien determinados. Fué cazado en el centro de la ciudad de La Rioja. Otros individuos de esa especie, que conservo en mi colección, tienen un ligero tinte amarillento, pero de ningún modo tan intenso como éste, á los cuales no pueden compararse.

# NERNST

## SU OBRA CIENTÍFICA

*(Conclusión)*

---

### LA NUEVA ORIENTACIÓN DE LA TERMODINÁMICA
### EL TEOREMA DE NERNST Y LA TEORÍA DE LOS «QUANTA»

Se puede decir que el punto de partida de este importante teorema es la interpretación que Nernst trató de dar de las desviaciones al principio del trabajo máximo de Thompsen y Berthelot y que fundó en la Termodinámica mediante fórmulas por las cuales pudo hacer un cálculo de la afinidad basado únicamente en los datos térmicos.

Desde el principio Nernst demostró que no era posible, basándose en los principios de la Termodinámica clásica, calcular la afinidad á partir de la energía total del sistema, y mediante un raciocinio, que veremos en seguida, estableció las bases del nuevo teorema.

Varios años antes de llegar á este resultado había emprendido en su laboratorio y con la colaboración de sus principales alumnos, una serie de investigaciones sobre *equilibrios á altas temperaturas*. Para conseguir este objeto tuvo que idear varios métodos experimentales, algunos de ellos costosos y de gran utilidad sobre todo para la disociación de sistemas gaseosos. Entre otros podemos señalar una modificación al método de Deville del espacio calientefrío, empleo de paredes de P*t* semipermeables para ciertos gases (á altas temperaturas, hallado por uno de sus discípulos, quien experimentó con HOH y $H_2$ durante ocho años, desde 1896), hornos de P*t* con 20 por ciento de iridio revestidos de óxidos de itrio y ziconio (hasta 2000°),

adaptación del método de V. Meyer, utilizando horno vasija de iridio y la microbalanza de cuarzo ideada por él, y con la cual se puede pesar hasta el millonésimo de gramo. Pudo probar así que la disociación del NO y $H_2O$ (llevada á cabo con Wartenber 1906) se efectuaba hasta 2600° absolutos, de acuerdo con la ley de las masas; la concordancia entre lo calculado, á partir de la fórmula proveniente de la integración de la ecuación isócora, y lo hallado experimentalmente era bastante grande. También hallaron que los pesos moleculares del agua $CO_2$ ClK, etc., eran normales á 2000°. Según él mismo lo expresa en una de sus obras, las ecuaciones termodinámicas fueron su guía en estas delicadas y costosas investigaciones.

Nernst, al interpretar el principio del trabajo máximo de Berthelot, sostuvo que el trabajo de la afinidad (A) y la energía total (U) no eran independientes de la temperatura y que ellos eran iguales entre sí á la temperatura absoluta. Por integración de las isócoras de reacción llegó á una fórmula general donde intervenía una constante indeterminada y el problema más importante que á él se le presentaba era el cálculo de esta constante, cosa que no podía hacerse disponiendo únicamente de los dos principios de la Termodinámica. Pero esto puede conseguirse por la teoría de Nernst, mediante una relación que permite utilizar las determinaciones numéricas dadas directamente por la experiencia. (En una de sus obras dedica dos extensos capítulos á la evaluación de la constante de integración por medio de la curva de la presión de los vapores.)

En este punto Nernst con la mayor imparcialidad cita el célebre trabajo de Le Chatelier (1888), distinguido físicoquímico francés, quien, estudiando una ecuación análoga, indicaba el camino general á seguir en la resolución del problema, que Nernst llevó á cabo de un modo magistral.

Veamos cuál ha sido la hipótesis fundamental que lo ha guiado en este problema. Como la diferencia entre la energía libre (A) y la total (U) en el caso de las substancias puras, sólidas y líquidas es muy pequeña tuvo la presunción que se trataba de una ley límite según la cual A y U no sólo se igualarían en el cero absoluto sino que sus curvas se tocarían asintóticamente, esto es, admitirían una tangente común.

$$\left(\text{Lím}\,\frac{dA}{dT} = \text{Lím}\,\frac{dU}{dT} = 0 \text{ para } T = 0\right).$$

Introduciendo esta hipótesis en las fórmulas halladas por integración de las isócoras de reacción, se llega á expresiones finales que se

traducen al lenguaje vulgar del siguiente modo : 1ª en el cero absoluto ó en su vecindad los calores moleculares son puramente aditivos; 2ª se puede calcular, mediante una relación sencilla, el *trabajo de la afinidad* solamente con los datos térmicos, puesto que la constante de integración (que debiera ser determinada para cada substancia) se desvanece.

Teniendo en cuenta el principio de la entropía, el teorema de Nernst puede enunciarse así : *en el cero absoluto la entropía de cada cuerpo químicamente homogéneo, sólido ó líquido tiene un valor determinado independiente del estado de agregación y de las modificaciones químicas especiales.* Ahora bien, como en tal caso la constante también se desvanece, resulta que en el *cero absoluto la entropía de un cuerpo químicamente homogéneo es nula.*

En estos últimos años (1911) ha llevado á cabo con sus alumnos un estudio sistemático sobre los *calores específicos* á bajas temperaturas y al mismo tiempo ha formulado una interpretación teórica de las excepciones á la ley de Dulong y Petit, apoyándose en las teoría de los « quanta » de Planck.

Abriremos aquí un pequeño paréntesis, á fin de mostrar el punto de partida de esta interpretación de Nernst.

Sabemos que Wien, estudiando la ley de *la repartición de la energía total cuando varía la longitud de onda,* ha llegado á establecer una ley en cuya expresión simbólica figura una *función indeterminada* ($I\lambda^5 = f(\lambda T)$). En este estado del problema se hacía indispensable determinar la naturaleza de dicha función, y es precisamente á Planck (1906) que le cupo el honor de resolver el punto, proponiendo una nueva expresión de la intensidad de radiación (de acuerdo con las determinaciones numéricas de Lummer, Kurlbann, Rubans), y de desarrollar una teoría físicomatemática del fenómeno íntimamente ligado á la teoría de los resonadores eléctricos. No es el caso de detenernos aquí, pero señalaremos el hecho curioso de que, partiendo del concepto de un verdadero equilibrio termodinámico en un recinto isotérmico y aplicando el cálculo de las probabilidades, Planck llega al principio á la fórmula de Jeans, que no se halla de acuerdo con la experiencia. Para subsanar este inconveniente, el distinguido físico supuso que las dos magnitudes (una energía y un tiempo) de una de las fórmulas del desarrollo *deberían variar de un modo discontinuo,* y llegó á una expresión de la *cantidad de acción elemental* ó constante universal ($h = \int dpdq$) cuyas dimensiones son una energía por un tiempo.

Tal es en pocas palabras el fundamento de la teoría de los « quanta » de acción (1) que Einstein aplicó á los calores específicos y que Nernst desarrolló hasta sus últimas consecuencias experimentales.

Las discordancias de la ley de Dulong y Petit á bajas temperaturas han sido interpretadas por Nernst, admitiendo que la capacidad calorífica corresponde á la energía de oscilación de los átomos alrededor de las posiciones de equilibrio. Por consideraciones que no es del caso exponer aquí, él llegó nuevamente á la fórmula de Einstein, que no se halla de acuerdo del todo con la experiencia. Esto lo indujo á pensar desde el principio en la necesidad de modificar la primitiva teoría de los « quanta ».

Recientemente, con su colaborador Lindemann, llegó por vía experimental á una fórmula distinta de la de Einstein. Hace poco, un físico holandés P. Debye, partiendo de la idea de la continuidad y sin tener en cuenta la estructura molecular, ha dado nuevas fórmulas en virtud de las cuales la energía es proporcional á la cuarta potencia de la temperatura absoluta y el calor atómico á la tercera. Estos resultados se hallan de acuerdo perfectamente con la experiencia. Por último, Nernst ha formulado una explicación nueva que lo lleva á los mismos resultados satisfactorios, pero más de acuerdo con las ideas físicas más aceptadas sobre la constitución de la materia.

De todos estos estudios saca Nernst consecuencias importantes para la dilatación térmica á bajas temperaturas, la conductibilidad calorífica y eléctrica, el efecto Peltier, etc.

En estos últimos años sus alumnos (Eucken, Koref, etc.) han llevado á cabo en su instituto de la universidad de Berlín una serie de investigaciones sobre calores específicos á bajas temperaturas, que están dando resultados concordantes con esta teoría y con su teorema termodinámico.

Entre la teoría de los quanta y el teorema de Nernst existe un acuerdo perfecto. Como la primera admite que á bajas temperaturas una elevación de este factor físico en una substancia sólida no es acompañada de un aumento de energía, se deduce la relación

$$\text{Lím} \frac{dA}{dT} = \text{Lím} \frac{dU}{dT} = 0$$

que constituye dicho teorema.

(1) Resumiendo, se puede decir que en la teoría de los « quanta » se admite que un átomo, vibrando alrededor de su posición de equilibrio, sólo puede adquirir energía de un modo discontinuo por cantidades definidas $e$, llamadas *quanta de energía*.

Son numerosísimas las aplicaciones de este teorema que Nernst ha realizado recientemente con sus discípulos. Las principales, que no enumeramos aquí en detalle (1) se relacionan con los equilibrios químicos (especialmente disociaciones en sistemas gaseosos), las modificaciones alotrópicas y la fuerza electromotriz. Entre estas últimas citamos las interesantes investigaciones relativas al cálculo de la fuerza electromotriz del elemento Clarck.

## MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método experimental que Nernst ha seguido en sus delicadas investigaciones es de lo más preciso y moderno que pueda imaginarse. Por su obra y por la de los alumnos que él ha guiado sabiamente, las ciencias físicoquímicas han conquistado un laboratorio modelo. Se puede decir que cada problema científico planteado por él ha necesitado del auxilio de uno ó más dispositivos experimentales nuevos. La precisión y la ingeniosidad son las características de la obra experimental de este investigador, y de ello se puede dar fe al contemplar la concordancia rigurosa de los guarismos dados por la observación y los obtenidos por el cálculo que le permitían las fórmulas deducidas de la teoría. Citaremos de paso la microbalanza de cuarzo, que llega á apreciar hasta un millonésimo de gramo, y el microtensímetro modificado por él, que actualmente es tan sensible que sólo sirve para tensiones inferiores al milésimo de milímetro. Y para comprender el manejo de este microtensímetro, basado en la conductibilidad térmica de los gases á bajas presiones, es necesario recurrir á la teoría cinética.

Esta obra de experimentador, que es grandiosa por su ingeniosidad y base racional, por sus previsiones y resultados prácticos, ha sido el instrumento, el medio que le ha permitido proseguir con éxito en el desarrollo y resolución de los grandes problemas que á cada paso él ó sus antecesores se planteaban. La obra verdaderamente genial de este sabio consiste en el establecimiento de nuevos principios, leyes y teorías que han dado realce científico y filosófico á sus concepciones generales sobre el mundo fenomenal.

(1) Un resumen detenido de estas aplicaciones á la termodinámica y á la electroquímica se halla en la obra inglesa que contiene la síntesis de las conferencias que Nernst dió en la universidad de Yale (1906).

Nernst es de los pocos investigadores modernos que forman parte de la escuela experimental racionalista, una de cuyas principales características es el hábil y exacto manejo de los instrumentos de la razón más poderosos aún que los de laboratorio, el hábil y exacto manejo de las hipótesis, esos fermentos activos de la vida científica (según la expresión de Friedel), sin los cuales es imposible encaminar la experimentación por un sendero fructífero, llevando á la rama de la ciencia donde se aplica á la conquista de principios de más en más generales. La historia de la ciencia muestra que el espíritu humano ha necesitado siempre valerse de imágenes para acercarse á la realidad cognoscible y tentar la conquista de la verdad relativa; y sólo aquellas concepciones profundas que acompañan al símbolo, pueden permitirle buscar, bajo la diversidad asombrosa de los fenómenos, una unidad primordial, asociando elementos de los más diversos y llegar de este modo al establecimiento de leyes y principios universales, aspiración legítima de la filosofía natural.

Son numerosos los ejemplos de la Físicomotemática y de la Físicoquímica, que evidencian la utilidad grande del concepto de analogía en el establecimiento de la mecánica universal de los fenómenos. El investigador moderno ve en el símbolo matemático algo más que un arreglo intelectual, mediante el cual se consigue condensar en el mínimo de escritura el máximo de previsiones; ve la ley de un modo más claro y sintético y además analogías entre fenómenos diversos, que quedarían desapercibidas sin su auxilio, pudiendo así establecer con la aplicación de los desarrollos matemáticos hasta sus últimas consecuencias, nuevas relaciones entre los parámetros físicos y enriquecer el material de experimentación con el descubrimiento de leyes por el método puramente deductivo. Es este método el que ha llevado á Fourier á establecer la ley de la conductibilidad térmica por analogía con la ley de Ohm, y á Fick á las ecuaciones diferenciales de la difusión aplicando los trabajos de Fourier. Es este mismo método el que ha inducido á Nernst á expresar por una ley análoga el movimiento de los iones en un disolvente, de la difusión de las substancias disueltas y la evolución de un sistema químico á su nueva posición de equilibrio. Todas éstas análogas al movimiento de un punto material con frotamiento.

Nernst, en su célebre tratado de Química teórica, que además de ser una obra didáctica y de verdadera metodología científica, ha sugerido un gran número de investigaciones, reconoce la gran importancia que ha tenido en todos los tiempos y que aún tendrá para el

progreso científico el método de investigación puramente inductivo, pero afirma que es indudable *que penetremos más profundamente* en la esencia de los fenómenos, cuando por vía deductiva, sobre la base de ideas razonadas y de consecuencias que se deducen lógicamente, llegamos á una ley nueva de la naturaleza; y por esta razón esta vía nos parece más seductora. «La utilidad (dice Nernst) de una nueva hipótesis consiste esencialmente en profundizar y ensanchar nuestros conocimientos de los fenómenos, es decir, en darnos *los mismos servicios que la ley natural.* Si en todas las épocas, aunque en grados muy diferentes, el espíritu humano siempre se ha dirigido con predilección hacia las hipótesis, esto se debe á que el conocimiento de una ley nueva nos produce mayor satisfacción si á él se llega por vía deductiva, de puntos de vista generales, que si ha sido obtenido por vía inductiva después de una serie de experiencias largas y penosas.»

Pero, para llegar á esto, hay que hacer una selección feliz de las nociones que sirven de base á un razonamiento teórico, en cuyo acto intervienen operaciones del espíritu poco conocidas, como la intuición, esa especie de relámpago interno que proyecta luz sobre las penumbras de nuestra subconciencia y mediante las cuales es posible el acto espontáneo de creación que caracteriza al hombre de genio. Esta cualidad primordial para la producción científica elevada se halla en alto grado en Nernst, como puede comprobarse penetrando el espíritu que inspira toda su obra.

En lo que se refiere á la cuestión, tan controvertida en estos últimos años, sobre la supremacía de uno de los dos grandes métodos de la ciencia Físicoquímica, la atomística y la termodinámica, decía Nernst en 1908 en la Sociedad química alemana, que, siendo este punto lo mismo que saber si Schiller ó Goethe ha sido más grande, debemos responder mostrando el regocijo que experimentamos al tener dos fuentes tan poderosas y actualmente tan indispensables al pensamiento científico. Y en apoyo de esta manera de ver, está el hecho de que la mayor parte de los resultados modernos en el dominio de la físicoquímica, han sido adquiridos por una feliz combinación de los métodos termodinámicos con las consideraciones teóricas moleculares.

Y con toda esta magna obra, Nernst, al frente de la escuela físicoquímica moderna, nos prepara, conjuntamente con otros investigadores notables como Le Chatelier, Perrin, etc., la nueva era de la Química Racional fundada en la Mecánica y Termodinámica. No está muy lejos el día en que se dicten verdaderos cursos de mecánica

atómica, como lo haría un profesor de mecánica celeste, desarrollando con el poderoso auxilio de las matemáticas, las órbitas de los « satélites » y « planetas » del « mundo atómico ». Y aun hoy existen físicoquimicos (como Nernst y Perrin) que desde su gabinete de estudio dan, como lo hacía el célebre Poincaré, en la mecánica astronómica, la resolución de problemas de mecánica atómica, que después el prolijo investigador de laboratorio, como el astrónomo, se encarga de someterlos al veredicto de la experiencia.

Y esto que parecería puro sueño y fantasía, tiene ya una base experimental sólida. Por un lado, un Perrin lleva á cabo sus célebres investigaciones sobre el tamaño molecular, llegando por trece métodos diferentes á una maravillosa coincidencia que no deja duda ya acerca de la existencia de estas partículas. Por otro lado, Nernst y su excelente escuela sorprende en las misteriosas regiones del cero absoluto, leyes y principios nuevos que permiten valorar los movimientos de esos mismos corpúsculos infinitesimales y resolver los problemas que plantea la dinámica del mundo atómico.

Permitidme aquí un pequeño paréntesis.

Cuando en una reciente conversación con el ilustre maestro, supe que por las determinaciones experimentales hechas con el diamante se había conseguido demostrar, á 30° absolutos, la anulación del calor específico prevista por su teoría, inundó mi espíritu un verdadero rayo de alegría, al mismo tiempo que acudió á mi mente el recuerdo de dos célebres sabios. Pude comprobar después que realmente ese modesto cristal venía á unir los nombres de Newton, Lavoisier y Nernst.

Se sabe por la historia, y este dato lo comentó con brillo Fourcroy, en su Filosofía química (1806), que el genio penetrante de Newton, estudiando el poder refringente de ciertas substancias orgánicas, adivinó la combustibilidad del diamante y la existencia de un principio inflamable en el agua, muchos años antes que las célebres experiencias de Lavoisier y Cavendish establecieran estos hechos. El diamante, ese humilde cuerpo simple, permitió el estudio de las leyes de la refracción que llevaron á Newton á aquella previsión genial y al establecimiento de las leyes de la dispersión, mediante las cuales hace verdaderos prodigios la química cósmica, determinando la composición de las estrellas más lejanas, y ahora en estos momentos significativos de la historia de las ciencias físicoquímicas, brinda el hermoso juego de sus luces, para que un Nernst revele los secretos escondidos en esas regiones del frío absoluto, donde la materia parece condenada á una muerte definitiva.

Lo que actualmente se puede entrever como en un ensueño, no tardará en ser una realidad inconmovible, y en su ansia de infinito, el espíritu humano no retrocede ante las equis que se yerguen desafiantes en cada problema que él se plantea. Detrás de los límites que algunos pretenden poner al conocimiento, él vislumbra lo ilimitado en el espacio y en el tiempo; y creando la química racional ó mecánica del microcosmo, sorprende á los átomos y electrones en sus movimientos más modestos y arrebata al mismo tiempo el secreto de la unidad de la materia y de la constitución de las estrellas más lejanas, mostrando, en su majestuoso conjunto, la armonía sublime que nos revela desde el astro más grande hasta el hecho más insignificante de este gigantesco mundo de lo pequeño.

Señores:

No quiero terminar esta ligera síntesis, sin expresar mis fervientes deseos porque los apasionados por esta clase de investigaciones sigamos el ejemplo de Nernst en la escala de nuestras modestas aptitudes, recordando con cariño las sabias lecciones dadas en la universidad de La Plata por este gran hombre, que en la flor de su edad ha realizado una vasta obra llena aún de promesas. Y que esos entusiastas y estudiosos jóvenes argentinos que actualmente siguen con provecho las investigaciones en su laboratorio de la universidad de Berlín, constituyan un lazo de amistad más para con el ilustre maestro, cuya obra traspasa las fronteras de su patria querida y honra al género humano, arrancando la unánime exclamación de asombro de las naciones todas, desde las más ancianas y doctas del viejo continente hasta las más jóvenes del hermoso Plata.

H. Damianovich.

9 de mayo de 1914.

# BIBLIOGRAFÍA

---

**Cales argentinas.** Clasificación, composición, rendimiento, por el ingeniero MAURICIO DURRIEU. En folleto de 42 páginas y varios cuadros de datos analíticos.

Después de una reseña sobre el desarrollo de la industria calera en el país, entra el autor en la exposición de su trabajo, que tiene por objeto principal establecer un criterio sobre el valor de nuestras cales, fundado en la comparación de su composición química, de su rendimiento en pasta por unidad de peso y de la resistencia á que alcanzan las argamasas con ellas fabricadas.

Inserta la composición química de diversos calcáreos analizados por Kyle, Doering, Magnin, Cogliatti y otros y de otros muchos analizados en la oficina química nacional de la Capital á requerimiento del autor; se ocupa también del rendimiento, operación que discute y detalla con toda prolijidad, y termina con la clasificación de las cales estudiadas aplicando los principios de Vicat.

Es un trabajo de utilidad indudable, que aporta una buena contribución para el metódico y completo estudio, que ha de hacerse, de los materiales de construcción de que se dispone en el país.

T. J. RUMI.

**Sulla diffussione dei ione nel corpo delle piante, in rapporto specialmente al luogo di formazione delle sostanze proteiche**, por CAMILO ACQUA. *Bios*, VI, Fasc. I, página 40. 1913.

La difusión de los iones absorbidos por las plantas está ligada con la síntesis de los albuminoides, á la que concurren como elementos fundamentales los nitratos.

Se comprende que la localización exacta de las regiones donde son utilizados estos elementos es un problema lleno de interés. Desgraciadamente los métodos clásicos de la microquímica son incapaces de resolverlo. Frank y Schimper hicieron ver que los nitratos absorbidos por las raíces, abundan en estas para ir

disminuyendo en el tallo. En las hojas no existen (únicamente en las nervaduras). Cabe preguntarse la razón de esta ausencia de nitratos en las hojas. Schimper admitía que los nitratos eran utilizados en la síntesis del nitrógeno, organizado en los mismos elementos verdes y bajo la influencia de la energía luminosa. La última parte de esta hipótesis no se puede sostener en la actualidad. En cuanto á la segunda se presenta la duda de que los nitratos no se encuentran en las hojas por haber sido utilizados antes de llegar á ellos.

C. Acqua trata de resolver el problema valiéndose de un procedimiento propio. Había observado que en ciertas partes de los tejidos de plantas sumergidas en una solución diluída de nitrato de uranillo, se producían depósitos de óxido amarillo de uranio. Este experimento sugirió al autor la idea de utilizar otros cuerpos desprovistos de toxicidad para los vegetales. Y en efecto el depósito de óxido de uranio puede interpretarse como el resultado de una acumulación de cotiones, debido á que los aniones han sido utilizados en síntesis de substancias nitrogenadas.

La región coloreada indicaría el sitio más ó menos exacto de donde ha tenido lugar la transformación.

Con el empleo de una solución de nitrato manganoso diluído obtuvo precipitados rojoobscuros (probablemente $UnO_2$). El manganeso bajo la forma de óxido se localiza en las raíces. Pero un hecho característico se produce casi sin excepción, cuando en una raíz joven, si se inicia la formación de una raíz secundaria alrededor de los nuevos meristemas que se originan en el seno de la célula madre, el depósito de ella se acentúa extraordinariamente hasta envolver el mismo meristema. Como los tejidos meristemáticos no son sino tejidos embrionarios en gran actividad formativa, el precipitado de $UnO_2$ viene á ser el residuo de la disociación del nitrato mangamoso y de la utilización del N. Como consecuencia, esta transformación del N tiene lugar en las raíces. Además las investigaciones microquímicas revelan una mayor abundancia de substancias albuminoideas en las regiones donde se han localizado los iationes.

En algunas leguminosas se observan excepciones y los depósitos se obtienen en las hojas. Sin embargo los precipitados están situados únicamente en los depósitos albuminoideos (células especiales que acompañan á los haces fibrovasculares).

Las experiencias de C. Acqua desmienten la opinión de que las síntesis albuminoideas tienen lugar en los elementos verdes de las plantas.

La revista *Bios*, destinada á estimular el desarrollo de la biología experimental y general, es una de las tantas manifestaciones de la tendencia contemporánea de romper el cerco estrecho del especialismo exclusivo.

En el prefacio, escrito por el enminento biológo Paolo Enrique, se encuentra desarrollado el programa, nutrido de ideas justas, muchas de las cuales son sumamente novedosas.

Transcribimos los siguientes párrafos : « Las diversas disciplinas biológicas, clasificadas según los objetos y métodos de estudios, y principalmente por las exigencias de las enseñanzas, poseen cada una carácteres particulares. El que ha nacido y ha vivido en un laboratorio ó en diversos laboratorios del mismo nombre, posee un hábito mental que lo distinge de los otros. Los lazos entre los cultores de la misma materia son tanto más estrechos que los que se dedican á materias diferentes, por lo menos en cada instituto se conoce perfectamente lo

que se realiza en los similares de nuestro país ó en los más importantes del extranjero, mientras que se ignora casi por completo lo que se prepara en el instituto vecino, que lleva una etiqueta diferente. Contra esta tendencia al aislamiento dentro de la propia disciplina se opone el deseo de buscar horizontes más vastos ; pero no se puede dudar que cada uno de nosotros realiza un esfuerzo no obstante semejante deseo, de salir de su pequeño nido ; y es de señalar también que es principalmente en las ciencias experimentales donde se acentúa la tendencia hacia el aislamiento, por el hecho de que en muchos casos el laboratorio con sus métodos técnicos particulares constituye una limitación ulterior de la disciplina que se estudia. Sin duda alguna esto no deja de ser un bien, porque permite la acumulación de experimentos de muchas personas hacia la solución de determinados problemas y hacia una determinada perfección técnica.

« Con esta revista que aparece con un título general de un vasto significado, escrito en grandes letras, no queremos ciertamente atacar la utilidad y la necesidad de la división del trabajo científico. Queremos empero hacer un llamamiento á aquella tendencia de nuestro carácter á aquellas otras aspiraciones que no han sido ahogadas en nosotros por la necesidad y el deseo de especializarse en una técnica, en un ramo de estudios y en una técnica. Es un llamado que hacemos juntamente á los otros y á nosotros mismos ; pues, como he dicho, todos sentimos frente á nuestro pequeño nido la misma tendencia y el mismo afecto. Que esta confesión de un esfuerzo que realizamos para salir de nuestro nido nos valga la benevolencia del público, no queremos sugerir á los demás nuestra tendencia hacia un ideal más amplio. Queremos únicamente tomar materialmente la iniciativa de una revista, en la cual esta tendencia (que en todos existe) pueda encontrar el modo de manifestarse y explicarse. »

La revista *Bios* acoge escritos sobre cualquier ramo de las ciencias biológicas, pero especialmente aquellos que tengan un carácter original.

Una de las originalidades de esta revista es el llamamiento á las personas que tienen algún plan de investigación y que no pueden realizarlo.

Estas mismas personas pueden exponer sus ideas en la revista, en espera de un colaborador que las ponga en práctica. Otras secciones se destinarán á proyectos y cuestiones, propuestas de trabajos colectivos, etc.

Tales son las principales características de esta importante revista, encomendada á la dirección del profesor Paolo Enrique.

N. C. LACLAU.

**Los primitivos habitantes del Delta del Paraná**, por el doctor LUIS MARÍA TORRES. Universidad nacional de La Plata. 1913. Un volumen de XII-616 páginas. Imprenta de Coni Hermanos, calle Perú, 684. Buenos Aires. (Con fotografías, cuadros sinópticos, esquemas, cortes geológicos y un mapa del Delta.)

El erudito y meticuloso trabajo del doctor don Luis María Torres forma también parte de la *Biblioteca Centenaria* publicada por la Universidad de La Plata, en conmemoración de la augusta fecha, y de la que es director el mismo autor.

Después de la introducción, hace una detallada descripción del Delta, enumerando los numerosísimos arroyos y ríos que forman su intrincada red.

Pasa en seguida á tratar la parte geológica y dice : que « la preocupación primera

de los estudios fué siempre la de conocer el acrecimiento y expansión de los bancos é islas del extremo sur del Delta. De poca importancia son las observaciones realizadas, pues creyóse siempre en la uniformidad del suelo y subsuelo, en la sucesión de las capas de humus, arena y *loess* aluvional, en el orden y disposición de los estratos y en las causas que han obrado en su formación. Por esto no se habla más que de la aproximada cantidad de *detritus* depositados y movimiento habido en los bancos y lecho del estuario, dejando siempre á un lado lo relativo á las capas y calidad de sus componentes ».

Teniendo en cuenta, pues, estas deficiencias, el autor hace un estudio crítico de la cuestión, enumerando las observaciones de los diversos exploradores, entre otros, Darwin, D'Orbigny, Burmeister, Roth, Ameghino y las propias, llegando á la conclusión de que la formación marina llamada entrerriana constituye el subsuelo de las islas del Delta, especialmente en las islas que se encuentran sobre el río Paraná Guazú, hecho este que, comprobado por las recientes perforaciones en pleno río de la Plata, demuestra tratarse de una gran cuenca, cuyo lecho está exclusivamente formado por depósitos marinos terciarios.

Las observaciones del autor le llevan á establecer que « los depósitos que se encuentran comprendidos entre las barrancas de la serie pampeana por el oeste, y la formación entrerriana en la base, por el este y nordeste y que constituyen el suelo y subsuelo de las islas, demuestran ser, en su origen, un Delta marítimo y luego su evolución en Delta lacustre que además presenta en toda su extensión dos variantes principales : la primera ó Delta superior se caracteriza por capas de espesor variable que se distinguen por componerse de arcillas y arenas de la formación entrerriana la más profunda y de arcillas y aluviones la superior (piso *aimará* de Ameghino) ; la segunda ó del Delta inferior se compone de arcillas en la capa profunda y de arena con mezcla de *loess* y residuos, separadas de las que forman el antiguo Delta por una zona intermedia cubierta de grandes médanos de arena fina, longitudinales, transversales y afectando también la disposición mixta. En las faldas de tales médanos se han hallado *prosobranquios marinos* y *pholadidos*. Según la observación de Roth, los paraderos indios ofrecen buenos puntos de apoyo para poder calcular el levantamiento gradual de las islas durante el curso de un siglo, y agrega el autor : para saber también hasta dónde tenían influencia las crecientes del río de la Plata, ya que en la zona inundable por éste no se encuentran los túmulos, sino en la media y más elevada, túmulos que no son otra cosa que pequeños amontonamientos de arena amarillenta de grano fino en la base, y tierra arenosa de los albardones y lechos de los ríos en la superficie, formados y elevados artificialmente con algunos metros cúbicos de tal material tomado en las inmediaciones.

Pregunta el autor : ¿ cómo puede explicarse la presencia de esos núcleos de arena que han constituído la base de los túmulos 1 y 2 del Paraná Guazú, 1 del brazo Gutiérrez y aumentados con tierra arenosa, en parte transportada ? y sobre todo ¿ cómo pudieron formarse allí, entre los anegadizos, directamente sobre la arena arcillosa que constituye los depósitos aluvionales preponderantes ?

Supónese que sería una última y más moderna de las transgresiones marinas que, dejando marcado su avance hacia el norte en la línea circular descripta por los médanos que se extienden desde Gualeguaychú hasta puerto Ruiz en forma de círculo, también depositó en el sur pequeños núcleos sobre la parte superior y media, tal como lo hacen suponer los mencionados médanos. Debe excluirse la

idea de una acción eólica ó el pensamiento de que pudieran ser restos de formaciones desaparecidas por erosiones posteriores.

Entre el túmulo número 2 del Paraná Guazú hasta la región medanal próxima hay más de 20 kilómetros; entre el paradero del río Ceibo y el núcleo de arena que sirve de base al túmulo del brazo Gutiérrez habrá 8 á 10 kilómetros con dos profundos ríos por medio: el Bravo y el brazo Gutiérrez. Los depósitos subyacentes á estos núcleos no corresponden; son de una arena arcillosa y no pueden fundar una explicación más satisfactoria de los hechos observados.

Carlos Ameghino cree que debe atribuirse á dichas elevaciones una causa absolutamente normal y natural: que son pequeños médanos, depósitos formados por las aguas de los ríos y arroyos hoy cegados y cuyos componentes pueden determinarse como arenas de la formación entrerriana; para Ameghino, el hombre no ha intervenido en su construcción, que sólo ha aprovechado como estaciones y enterratorios, y que la tierra vegetal que los recubre es la misma arena transformada por la exuberante vegetación.

El autor opina, en cambio, que el hombre ha intervenido en la complementación de tales obras agregándoles materiales superficiales y dándoles las formas definidas, elípticas y perfectamente circulares. Además de estas formas, se agrega el hecho de la distribución del espacio entre el paradero temporario y el enterratorio que indican satisfacían á necesidades *includibles* del medio y de la vida indígena.

Muchos de los médanos visitados por el autor no poseían indicios de antiguas poblaciones; en cambio otros, caracterizados por una elevación de forma circular ó elíptica y, lo que es más importante, siempre escondida entre anegadizos inaccesibles, los que no puede suponerse hayan sido anteriormente lugares altos.

En lo que respecta á la flora, dice el autor que existen diferencias notables en la vegetación del Delta comparada con la de la formación mesopotámica, aun siendo su continuación directa, pudiendo notarse la proveniente de las cualidades mismas del suelo y el conjunto de factores climáticos, y la adventicia, de poco arraigo, por así decirlo, pues son pocos los representantes dejados allí.

Establece tres zonas isleñas en evolución, caracterizadas por los elementos arborescentes dominantes de cada una:

La primera (la más antigua) se extiende más ó menos entre el Uruguay, Paranacito, Gualeguay y las barrancas de la formación entrerriana, sus elementos principales son el *curupí, espinillo, amarillo, canelón, molle, sombra de toro, talas, piquillín, chañar,* algunos *quebrachos, ñandubay, algarrobo, inja, eugenia, blanquillo, laurel,* así como numerosas palmeras *(pindó,* etc.), además de otros vegetales como la *barba del monte* y los *camalotes.*

La segunda zona está comprendida entre el Uruguay, Paranacito y Paraná Guazú, límite interprovincial, cursos medio y superior de los ríos Carabelas, Paraná de las Palmas, Paycarabí y Miní hasta la confluencia del Paraná y Uruguay. El *ceibo* domina allí además de muchos elementos de la zona anterior, figurando también el arrayán, arasá y otros. Las leguminosas mimosoideas se han perdido casi por completo allí, debido á su substitución cultural de *álamos, sauces, acacias, pinos* y otros.

Forman la tercera zona los albardones constituídos por los cursos inferiores de los ríos Luján, Capitán, Felicaria, Caracoles, Chaná, Chanacito, es decir, todos los de la playa del Plata con su peculiar vegetación de *juncales y ceibales;* además

de los *sauces, álamos, laureles, arrayanes, palos bobos,* y pocos representantes de *amarillo* y *canelón*. Deben mencionarse también las típicas *sagitarias, Ciperaceas, Sinantereas, Pontederiaceas, Marsiliaceas, lemnas, pistias,* etc.

No se detiene el autor á exponer el carácter fitográfico de esta región, anota la opinión de Lorentz, y por su parte se limita por ahora á indicar que aparecen evidentes dos categorías de plantas; las unas, propias de la región que viven y prosperan permanentemente; las otras, transitorias, que hacen su aparición en determinadas épocas (después de las crecientes del Paraná) y que desaparecen rápidamente por no serles propicios los factores edáficos y climáticos de la región misma.

El párrafo dedicado á la fauna es muy interesante, pues anota en él el conjunto de animales característicos, recordando entre otros la presencia del tigre, ciervo, carpincho y nutria en los campos anegadizos del alto Carabelas, norte del mismo río y Pasaje Talavera.

Todos los hechos que anota el autor en el capítulo II respecto á las causas que determinan la fisonomía especial del Delta, todos ellos muy acertados, y afirmados por numerosísimos datos, serán consultados con provecho por todos nuestros especialistas, datos que lamentamos no poder resumir por la índole misma de este breve resumen.

Continúa el trabajo con la parte antropo y arqueológica, cuyo análisis harán los preparados. En conjunto, es un acabado modelo de exactitud, precisión y método, que honra al autor y á la ciencia argentina.

AUGUSTO C. SCALA.

**La agricultura colonial**, por MARIANO B. BERRO. Un volumen de 355 páginas. Montevideo, 1914. Imprenta artística de Juan J. Dornaleche. Calle Cerro Largo 783.

El distinguido botánico uruguayo, nuestro amigo, nos obsequia con el interesante y curioso libro cuyo título encabeza estas líneas. Por las íntimas relaciones que tiene con nuestro propio territorio, resulta doblemente útil y será consultado con interés por los técnicos y especialistas de nuestro suelo.

Divide el libro en tres partes: histórica, presentando los casos en que se muestra la naciente cultura de los vegetales hecha por los indígenas de ambas márgenes del Plata, así como á su modo de alimentación por productos naturales.

La segunda parte trata de la introducción de las plantas y árboles exóticos, así como de los indígenas ó americanos introducidos, figurando en el catálogo especial en orden alfabético de nombre vulgar y técnico correspondiente à cada especie tratada.

Termina la obra con las notas bibliográficas de todas aquellas personas que más contribuyeron á la introducción y difusión de los numerosos vegetales citados.

Felicitamos al autor por su bien meditado y no menos bien presentado trabajo.

AUGUSTO C. SCALA.

**Catálogo de la flora argentina** (inédito), por TEODORO STUCKERT.

La obra que nos proponemos resumir es de aquellas que honran á su autor por el inmenso trabajo que implica, tanto por las dificultades inherentes al tema en

sí, como por la paciente labor que representa y los positivos servicios que ha de prestar á todos los botánicos que quieran ó deban ocuparse de nuestra flora fanerogámica y criptogámica vascular.

Consta el voluminoso original de 10 tomos de unas 250 páginas de papel romaní cada uno, en total unos 2500 folios, en los que se hallan anotadas minuciosamente con sus correspondientes notas bibliográficas todas las especies de plantas señaladas en el país por los diferentes autores.

Largo fuera y engorroso pretender resumir, aun siendo familia por familia, los totales de géneros y especies que en él figuran; debemos limitarnos á consignar un dato por cierto interesantísimo : es el referente á los totales generales que arroja el inventario de la vegetación argentina, comprendiendo en esa cifra las criptógamas vasculares *(Pteridófitas)*, las *Gimnospermas* y las Angiospermas (Monocotiledóneas y Dicotiledóneas) ; figurando además en él los diversos ejemplares de estos grupos correspondientes á la flora fósil.

Según ello tendríamos :

| | Familias | Géneros | Especies | Formas | Varieda-des | Indeter-minadas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pteridófitas*................ | 14 | 65 | 323 | 17 | 61 | 9 |
| *Gimnospermas*............. | 6 | 39 | 76 | 3 | 5 | 14 |
| *Monocotiledóneas*........... | 31 | 289 | 1569 | 142 | 346 | 168 |
| *Dicotiledóneas* ............. | 162 | 1298 | 6342 | 227 | 1376 | 935 |
| Totales............... | 452 | 1691 | 8310 | 389 | 1788 | 1126 |

Si á la cifra que expresa el total de especies (8310) agregamos el 50 por ciento correspondiente á las especies indeterminadas, como probables especies nuevas, y un *minimum* de más de mil especies de regiones no exploradas, llegaremos á la respetable cantidad de diez mil especies de plantas entre Criptógamas vasculares y Fanerógamas.

Debe notarse que en este número no están comprendidas las criptógamas celulares y seudovasculares (*algas, hongos, líquenes y musgos*) en conjunto más numerosas que los dos grupos inventariados.

Estimamos que la publicación oficial ó privada de este hermoso trabajo llenaría un inmenso vacío que se hace sentir cada día más, y que si contuviera errores, aun garrafales, no por esto dejaría de ser positivamente útil, pues no debemos olvidar que es el primero y único que se halla en condiciones de publicación inmediata, pues ya desde 1910 fué presentado por su autor al Congreso científico internacional americano, quien, por voto de la Sección biológica, resolvió publicar íntegramente todos los trabajos presentados, voto que no pudo cumplirse hasta hoy por las dificultades materiales con que debe luchar aún.

Tal retardo ha favorecido en cierto modo á la obra, que pudo ser puesta al día por su autor, incluyendo así todos los datos aparecidos posteriormente.

Para facilitar este propósito nuestro, hemos sondeado el pensamiento del autor, quien nos afirmó, hace pocos días, que está dispuesto á entregar gratuitamente su obra, pidiendo tan sólo lo que todo autor aun de un modesto folleto de dos páginas puede exigir : es decir, un tiraje aparte de cincuenta ó cien ejemplares y ésta, por

ser mínima, ni siquiera es exigencia, vista la importancia del donativo de éste para nosotros magno y muy encomiable trabajo.

¿ Por qué no aprovechar semejante oportunidad ?

AUGUSTO C. SCALA.

**Notes sur les Phytolaccacées argentines**, por LUCIEN HAUMAN-MERCK. En *Anales del Museo nacional de historia natural de Buenos Aires*, tomo XXIV, páginas 471 á 516, con cinco figuras. Diciembre 31 de 1913.

Hace el autor un estudio completo de la interesante familia, comenzando por el tradicional *ombú* de nuestras pampas (*Phytolacca dioica* L.), que trata desde los puntos de vista siguientes :

Observaciones generales, estructura anatómica del tallo (de las ramas de un año, de dos, de la de una rama de 29 centímetros de diámetro y de la base de un viejo tronco); estudia el porcentaje en agua y azúcar, calculado el primero en 81,97 por ciento en el leño central de una rama de 29 centímetros (en el mes de agosto después de la caída de las hojas); el azúcar estaba en cantidad de 3,213 por ciento (calculado en sacarosa).

Los casos teratológicos son más bien raros, notándose especialmente fasciaciones y sinantias.

Refiriéndose á la ecología floral, describe la polinización verificada por insectos, especialmente dípteros y algunos himenópteros.

Trata luego otras especies de *Phytolacca*, como ser : la *P. bogotensis* ; *P. tetramera* de que es descubridor).

Pasa en seguida á los géneros : *Hilleria*, con una especie *H. latifolia; Seguieria*, con dos especie : *S. parvifolia* y *S. paraguayensis; Rivina*, con una especie *R. humilis* y la variedad *glabra; Trichostigma*, con una especie : *T. octandrum; Petiveria*, con *P. alliacea* y su variedad *tetrandra ; Microtea* con una especie : M. *scabrida* ; *Achatocarpus*, con varias especies y formas que el autor cree poder reducir á dos : *A. præcox* y *A. bicornutus*.

Los géneros *Amsomeria* y *Ercilla* no han sido aún señalados para la República Argentina, aunque sí para regiones limítrofes.

Termina el bien presentado trabajo con un apéndice dedicado á la clave analítica de las Titolaccaceas argentinas, y una lista de los herbarios y bibliografía consultados.

AUGUSTO C. SCALA.

**Addenda ad fioram Chaco Australis**, por N. ROJAS ACOSTA (1909).

En *Bulletin de géographie botanique*, tomo XXIV. Junio y agosto de 1914. Números 295, 296, 297, páginas 211 á 219. Le Mans (Sarthe) Francia.

Ver la nota bibliográfica *Bulletin de géographie botanique*.

AUGUSTO C. SCALA.

## SOCIOS HONORARIOS

Dr. Juan J. J. Kyle
Ing. J. Mendizábal Tamborrel. — Dr. Estanislao S. Zeballos
Enrique Ferri. — Dr. Eduardo L. Holmberg. -- Ing. Guillermo Marconi. — Dr. Walther Nernst

## SOCIOS CORRESPONDIENTES

| | |
|---|---|
| Aguilar, Rafael | Méjico. |
| Arteaga, Rodolfo de | Montevideo. |
| Alfonso Paulino | Sgo. de Chile. |
| Ballvé, Horacio | I. de Año N. |
| Bodenbender, Guillermo | Córdoba |
| Bolívar, Ignacio | Madrid. |
| Bertoni, Moisés | P. Bertoni (P.). |
| Bailey, Willis | Washingtón. |
| Bruce, William | Edimburgo. |
| Carvalho, José Carlos | Río Janeiro. |
| Corti, José S. | Mendoza. |
| Corthell, Elmer | New York. |
| Delage, Yves | París. |
| Fuenzalida, José del C. | Sgo. de Chile. |
| Fontana, Luis Jorge | San Juan. |
| Guignard, León | París. |
| Guimarâes, Rodolfo | Amadora (P.). |
| Gez, J. W. | Corrientes. |
| Gjertsen Hjalmar Fredrik | Noruega. |
| Kinart, Fernando | Amberes. |
| Lafone Quevedo, Samuel A. | La Plata. |
| Lillo, Miguel | Tucumán. |
| Luiggi, Luis | Roma. |
| Lugo, Américo | Santo Domingo |
| Lorin, Henri | Bordeos. |
| Larrabure y Unánue Eugenio | Lima. |
| Morandi, Luis | Villa Colón (U). |
| Moore, Clarence | Filadelfía. |
| Moretti, Cayetano | Milán. |
| Martinenche, Ernesto | París. |
| Moore, John B. | Nueva York. |
| Montané, Luis | Habana. |
| Medina, José Toribio | Sgo. de Chile. |
| Montessus de Ballore | Sgo. de Chile. |
| Nordenskjiold, Otto | Gothemburgo. |
| Nilsen Fhowal | Noruega. |
| Paterno, Manuel | Palermo (It.). |
| Patrón, Pablo | Lima. |
| Porter, Carlos E. | Valparaíso. |
| Pena, Carlos M. de | Montevideo. |
| Poirier, Eduardo | Sgo. de Chile. |
| Pérez Verdia, Luis | Méjico. |
| Prestrud Christian | Noruega. |
| Reid, Walter F. | Londres. |
| Risso Patrón, Luis | Sgo. de Chile |
| Reiche, Carlos | Sgo. de Chile. |
| Scalabrini, Pedro | Corrientes. |
| Sklodonska, Curie | París. |
| Spegazzini, Carlos | La Plata. |
| Shepherd, Williams R. | Colum. Univer. Nueva York. |
| Tobar, Carlos R. | Quito. |
| Torres Quevedo, Leonardo | Madrid. |
| Uhle, Max | Lima. |
| Villareal, Federico | Lima. |
| Von Ihering, Hermán | San Paulo (B) |
| Volterra, Vito | Roma. |

## SOCIOS ACTIVOS

Acevedo Ramos, R. de.
Adamoli, Pedro A.
Adamoli, Santos S.
Adano, Manuel.
Aguirre, Eduardo.
Aguirre, Pedro.
Alberdi, Francisco.
Albert, Francisco.
Aldunate, Julio C.
Almanza, Felipe G.
Alvarez, Fernando.
Alvarez Raul
Alvarez, Agustin J.
Amadeo, Tomás.
Amoretti, Alejandro.
Anasagasti, Horacio.
Ambrosetti, Juan B.
Añon Suarez, Vicente.
Angelis, Virgilio de.
Angli, Geronimo.
Aranguren, Juan F.
Aráoz, Alfaro Gregorio.
Arata, Pedro N.
Araya, Agustín.
Arigós, Máximo.
Arce, Manuel J.
Arcansol, Adolfo.
Arditi, Horacio.
Arroyo, Franklin.
Atarez, Guillermo.
Aubone, Carlos.
Avila, Alberto.
Ayerza, Rómulo.
Aztiria, Ignacio.
Aztiz, Julio M.
Babacci, Juan.
Bado, Atilio A
Bade, Fritz.
Bachmann, Alois.
Ballester, Rodolfo E.
Baldi, Jacinto.
Barabino, Santiago E

## SOCIOS ACTIVOS (*Continuación*)

Barilari, Mariano S.
Barzi, Federico P.
Barrera, Raúl.
Battilana, Pedro.
Baudrix, Manuel C.
Bazán, Pedro.
Bernaola, Víctor J.
Bell, Carlos H.
Bergara, Ulises.
Besio Moreno, Nicolás.
Bialet Laprida, Amado.
Bianchedi, Rómulo.
Biraben, Federico.
Bolognini, Héctor.
Bordenave, Pablo E.
Bosch, Benito S.
Bosch, Eliseo P.
Bosch, Jorge E.
Bosisio, Anecto.
Bonanni, Cayetano.
Bonneu Ibero, León M.
Bonarelli, Guido.
Bosque y Reyes, F.
Botto, Armando P.
Brané, Eugenio.
Breyer Trant, Adolfo.
Breyer Trant, Alberto.
Brian, Santiago.
Briano, Juan. A.
Brindani, Medardo.
Bruch, Carlos.
Broggi, Hugo.
Buadá y Morant, Antonio.
Bunge, Carlos.
Buschiazzo, Juan A.
Bustamante, José L.
Butty, Enrique.
Calvo, Edelmiro.
Cáceres, Dionisio.
Cagnoni, Juan M.
Calcagno, Oreste.
Camus, Nicolás.
Canale, Umberto.
Canonica, Mauricio.
Cano, Roberto.
Cantón, Lorenzo.
Carabelli, Juan José.
Carniglia, José.
Carranza, Marcelo.
Cardoso, Ramón.
Carbonell, José.
Carossino, Jacinto T.
Carboneschi, Carlos L.
Cartavio, Angel R.
Castellanos, Carlos T.
Castro, Vicente.
Carette, Eduardo.
Castro, Eduardo B.
Claypole, Jorge.
Cerri, César.
Cilley, Luis P.
Cynalewski, E. S.
Civit, Julio Nilo.
Chanourdie, Enrique.
Chapiroff, Nicolás de.
Chaudet, Augusto.
Chiappe, Leopoldo J.
Chueca, Tomás A.
Clara, Angel.
Clérice, Eduardo E.
Cobos, Francisco.
Cock, Guillermo.
Collet, Carlos.
Comin, José.
Contin, Diego T. R.
Compte, Riqué Julio.
Correa Morales, Elina G. A. de
Cornejo, Nolasco F.
Cornejo, Abel F.
Corvalán, Manuel S.
Coronel, Policarpo.
Corti, Emilio A.
Courtois, U.
Cremona, Andrés.
Cremona, Víctor.
Crinin, Demetrio.
Cuomo, Miguel.
Curutchet, Pedro.
Damianovich, Horacio.
Darquier, Juan A.
Dassen, Claro C.
Dates, Germán.
Debenedetti, José.
Debenedetti, Salvador.
Dellepiane, Luis J.
Deletang, Luis.
Demarchi, Torcuato T. A.
Demarchi, Marco.
Demarchi, Alfredo (hijo).
Delgado, Fausto.
Delgado, Agustín.
Doello Jurado, Martín.
Dobranich, Jorge W.
Domínguez, Juan A.
Dorado, Enrique.
Douce, Raimundo.
Dolder, Julio.
Doyle, Juan.
Duhau, Luis.
Dubois, Alfredo F.
Ducros, Pablo.
Duncán, Carlos D.
Durrieu, Mauricio.
Durán, José C.
Edo, Juan Manuel.
Eguia, Máximo.
Eppens, Gustavo.
Elordi, Juan J.
Escudero, W. E.
Esteban, Francisco.
Esteves, Luis P.
Etcheverry, Angel.
Faverio, Fernando.
Fernández, Alberto J.
Fernández Díaz, A.
Fernández, Poblet A.
Fernández, Daniel.
Fernández Basualdo, Gerardo.
Ferreyra, Miguel.
Flores, Emilio M.
Flores, Agustina J.
Fornati, Vicente.
Frank, Paul.
French, Alfredo.
Friedel, Alfredo.
Fumagalli, Arnaldo.
Frumento, Antonio R.
Gainza, Alberto de.
Galtero, Alfredo.
Gallardo, Angel.
Gallardo, Carlos R.
Gallino, Adolfo.
Gándara, Federico W.
Garbet, Adolfo.
Garat, Justo V.
García, Carlos A.
García, Jesús M.
Gatti, Julio J.
Gentilini, Pascual.
Gerardi, Donato.
Geyer, Carlos,
Ghigliazza, Sebastián.
Giménez, Angel M.
Girado, Francisco J.
Girado, Alejandro.
Girondo, Juan.
Girado, José I.
Girondo, Rafael.
Godoy, Sebastian.
Gonzáles, Arturo.
González, Juan B.
González Luján, Nicolás.

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1914. — ENTREGAS V-VI
TOMO LXXVIII

ÍNDICE



BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS
684 — CALLE PERÚ — 684

1914

---

## ADVERTENCIA

Los colaboradores de los *Anales*, que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos deben solicitarlo por escrito a la Dirección, la que le dará el tramite reglamentario. Por mayor número de ejemplares deberán entenderse con los editores señores Coni hermanos.

Tienen, además, derecho a la corrección de dos pruebas.

Los manuscritos, correspondencia, etc., deben enviarse a la Dirección **Cevallos, 269**.

*Cada colaborador es personalmente responsable de la tesis que sustenta en sus escritos.*

La Dirección.

---

## PUNTOS Y PRECIOS DE SUBSCRIPCIÓN

**Local de la Sociedad, Cevallos 269, y principales librerías**

| | Pesos moneda nacional |
|---|---|
| Por mes | 1.00 |
| Por año | 12.00 |
| Número atrasado | 2.00 |
| — para los socios | 1.00 |

LA SUBSCRIPCIÓN SE PAGA ADELANTADA

**El local social permanece abierto de 3 á 7 y de 8 á 12 pasado meridiano**

# LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

## ESTUDIO QUÍMICO, BACTERIOLÓGICO, GEOLÓGICO É HIGIÉNICO

Por el doctor ATILIO A. BADO
Jefe del laboratorio químico y de ensayo de materiales de las Obras sanitarias de la Nación

---

La población de la ciudad de Buenos Aires consume para su alimentación el agua proveniente del río de la Plata, previamente purificada, y la de las napas semisurgentes.

Debido á que antiguamente se perforaban los pozos ciegos hasta la primera napa, resulta que en la actualidad ella está contaminada y constituye un serio peligro para la salud pública tomar su agua; de ahí que las autoridades se hayan preocupado seriamente de esta cuestión de vital importancia.

Para evitar que á su vez las napas semisurgentes se contaminen por efecto de las perforaciones que con fines de expulsión de los líquidos cloacales se efectúen, el senado y la cámara de diputados de la nación sancionaron la ley 4198, por la cual facultan al poder ejecutivo para adoptar medidas conducentes á impedir la contaminación de las fuentes de provisión de agua á la capital federal, y el poder ejecutivo por intermedio de las Obras sanitarias ejerce la inspección y vigilancia necesarias para el cumplimiento de las disposiciones de la ley.

No entraré á demostrar cuán oportunas han sido las disposiciones de la ley de referencia y por ellas se han evitado la contaminación de las aguas de la napa semisurgente, usadas por una numerosa población.

Actualmente las Obras sanitarias están prosiguiendo con gran actividad los trabajos que permitirán la distribución á toda la población de la capital federal de agua del río de la Plata.

No existiendo un trabajo de conjunto acerca de la calidad de las aguas subterráneas de la ciudad de Buenos Aires, me he decidido á recopilar en éste los datos y experiencias adquiridos en la labor diaria de cinco años de observaciones.

Acompaño este estudio de un mapa del municipio, en el cual se indica el límite de las zonas, en que se ha dividido su territorio, á fin de poder clasificar las aguas más exactamente.

Al final se encontrarán los cuadros de análisis de aguas que, con otros que no incluyo, han servido para sacar las deducciones correspondientes

## CRITERIO DE POTABILIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

El criterio de potabilidad de las aguas de la República Argentina y en especial de la ciudad de Buenos Aires debe ser muy diferente al adoptado por las comisiones de higiene europeas y demás autores especialistas en la materia. Las causas de semejante divergencia estriban sobre todo en la diferente constitución geológica del terreno; no se puede admitir, para dictaminar sobre un agua analizada, ese criterio, puesto que la generalidad de las aguas de pozos semisurgentes hechos en condiciones excelentes, tal como lo determinan las instrucciones dadas por las Obras de salubridad de la nación (1), tienen una composición química tal que, aplicándole estrictamente las reglas adoptadas en Europa, se declararían inaptas para el consumo.

Soy de parecer que para la clasificación de un agua no se puede aplicar límites más ó menos racionales ó *arbitrarios,* y que sólo el estudio de la región de donde se extrajo el agua, puede dar una indicación segura acerca de la calidad de la misma.

Indudablemente que la mineralización de un agua subterránea resulta de su contacto con las capas geológicas por donde pasa, y aquella será fijada por la naturaleza misma de esas capas y por las condiciones de temperatura, presión y duración de contacto. Si esas condiciones no varían y si causas exteriores no la modifican, se podría concebir que una napa dada debería tener siempre una composición química bien determinada; pero no es así y aun haciendo abstracción de poluciones accidentales, existen en la composición del agua de una

(1) Doctor Plinio, Ed. Imbeaux, *Les eaux potables*, etc., página 107. 1897.

misma napa variaciones más ó menos sensibles; sin embargo esas variaciones oscilan alrededor de una cierta composición media, de suerte que se puede admitir un *agua normal* para cada zona.

El conocimiento de la composición de esta *agua normal* es necesario al químico para poder interpretar un análisis. No basta saber la composición de un agua para poder sacar una conclusión; es menester conocer el origen de esas substancias y ver si su presencia no indica una polución peligrosa.

Que un agua contenga una dosis bastante elevada de cloruros y sulfatos (sin pasar de ciertos límites) no podrá tener más que poca importancia, sobre todo si esas sales provienen de un banco salífero ó de yeso; será distinto si la presencia de esos cuerpos no puede explicarse por la constitución geológica del suelo; sería entonces indicio de infiltraciones de pozos ciegos.

El *agua normal* de una napa no contiene, bien entendido, más que elementos normales y cada uno de ellos en proporciones normales también, es decir, que no sean perjudiciales al organismo.

El *agua real* de un pozo puede diferir de dos maneras; primeramente, por las variaciones incesantes de las condiciones de contacto del agua subterránea con las capas del suelo que hace que varíe en cantidad de elementos normales disueltos y dependen de las estaciones y lluvias, siendo tanto menos sensibles cuanto la napa es más profunda y la filtración más lenta y perfecta. Se admitirá que después de las grandes lluvias, principalmente en los terrenos calcáreos muy agrietados, la cantidad de sales de calcio sea menor que en tiempo de sequía.

Un agua también puede experimentar una variación, debido á su contaminación; los productos de la putrefacción de las substancias vegetales y animales, los restos de la vida de los animales y del hombre, los residuos de numerosas industrias, etc., se llevan de ordinario á ciertos lugares de donde pasan más ó menos fácilmente á la napa. Resulta para el agua así polulada un aporte de elementos anormales y es precisamente este aporte ó aumento que el químico debe reconocer con el fin de deducir el origen de la contaminación del agua impurificada.

Daremos ahora una idea sobre la presencia de los elementos contenidos en el agua y también hablaremos de la cantidad anormal de algunos de ellos:

*Óxido de calcio.* — El calcio puede encontrarse en el agua al estado de cloruro, sulfato, bicarbonato, etc., siendo los dos últimos los más

comunes. El carbonato cálcico de la capa geológica porque atraviesa el agua es disuelto á merced del $CO_2$ que se encuentra libre, dando lugar á la formación de bicarbonato, elemento que por la acción del calor regenera el carbonato. Es difícil asignar un límite á la cantidad de óxido de calcio que pueda contener un agua: una dosis moderada de bicarbonato es necesaria al organismo, sea porque favorece la digestión, sea porque da un elemento para el aumento del tejido óseo; un exceso produce una serie de trastornos, favoreciendo la irritación renal, los cálculos, las incrustaciones calcáreas, etc.; pero no se puede decir pasando de qué límite la cantidad de óxido de calcio es perjudicial.

Entre dos aguas que contengan la misma cantidad de óxido de calcio, una al estado de sulfato y otra al de bicarbonato, será más perjudicial la primera, puesto que el sulfato de calcio la hace indigesta. Aparte, las aguas que contienen exceso de sales de calcio son inaptas para usos industriales y domésticos.

Admitimos un agua que contenga como máximun 0,100 de óxido de calcio, sin despreciar por eso las indicaciones que da el *agua normal.*

*Óxido de magnesio.* — Este elemento se encuentra principalmente al estado de bicarbonato y de sulfato, *cuando el agua contiene mucho anhidrido sulfúrico.* Sucede á menudo que existen aguas con $SO_4Mg$ y que no contienen nada de bicarbonato; estas aguas son generalmente inaptas para la bebida. El límite admitido es de 0,035 de MgO por litro.

*Anhidrido sulfúrico.* — La generalidad de las aguas de la ciudad de Buenos Aires no contienen más que pequeñas cantidades de sulfatos, pero otras procedentes de ríos de la República son impotables, debido á su cantidad elevada. El ácido sulfúrico es inútil para la economía y hace que el agua que contenga cierta cantidad sea indigesta, sobre todo si se halla combinado á la cal; haciéndola purgante ó irritante si lo contiene al estado de sulfato de magnesio ó de sodio. Su presencia en un agua puede indicar dos cosas, ó que la capa geológica por donde corre está constituída por capas de yeso, anhidrita, sulfatos dobles de calcio y sodio (glauberita y polialita) ó por piritas que se oxidan y se transforman en sulfatos, bajo presiones y temperaturas muy variables que favorecen más ó menos la disolución de esas sales. Pero la presencia de sulfatos en un agua puede tener un origen diferente debido á la oxidación de las substancias orgánicas provenientes de contaminaciones, de tal manera que si el agua de la región que se estudia no contiene sulfatos y el agua examinada lo contiene en una

cantidad bastante apreciable, es indicio de que existe una contaminación, sobre todo si contamos con otros datos para llegar á esa conclusión. Admitimos como límite máximo de anhidrido sulfúrico 0,05.

*Cloruros.* — La generalidad de las aguas contienen cloro combinado con el sodio primando cloruro de sodio, substancia necesaria para nuestro organismo. El origen de esta sal puede explicarse admitiendo que atraviesa por suelos constituídos geológicamente por cloruro de sodio ó por infiltraciones de pozos ciegos, puesto que la orina contiene esa sal en cantidad bastante apreciable : de 6 á 14 gramos por mil centímetros cúbicos. La presencia simultánea de una cantidad elevada de cloruro de sodio en un agua, conjuntamente con nitritos y amoníaco, es una prueba irrefutable de la existencia de una contaminación. Cuando el agua normal de la región contiene una cantidad relativamente grande de cloruro de sodio, á las aguas estudiadas débensele admitir esa cantidad sin peligro, puesto que aquél es indispensable á la economía ; pero cuando aquella contiene pequeña cantidad de esa sal, no se debe admitir un agua con mayor proporción.

Indudablemente que si estudiamos los límites de cloruro de sodio que admiten los autores extranjeros, llegamos á la conclusión de que son excesivamente bajos para nuestras aguas. Admitimos, cuando no existe otro elemento que pueda hacernos dudar de la bondad del agua, hasta 0,10 por litro.

*Álcalis.* — Las aguas de pozo de la ciudad de Buenos Aires son en su mayoría alcalinas fuertes, es decir, contienen una proporción relativamente grande de carbonato de sodio; estas aguas son de gusto agradable y frescas. Una cantidad excesiva de carbonato de sodio podría ocasionar disturbios á ciertas personas que padecen de hipoclorhidria, puesto que neutralizaría el ácido clorhídrico del jugo gástrico; por eso me parece prudente no recomendar el uso de aguas que contengan más de 0,50 de carbonato de sodio por litro. Es muy raro encontrar aguas con vestigios ó pequeña cantidad de carbonato de sodio ; generalmente la suma de los óxidos de sodio y de potasio constituye la mitad del residuo mineral. La presencia de sulfato de sodio y de magnesio es un mal indicio, en general; y hemos podido comprobar que un 90 por ciento de estas aguas están contaminadas.

*Residuo á 105° C.* — Para nuestras aguas no puede admitirse el máximo de tolerancia que asignan los autores extranjeros, es decir, 0,500 por mil, puesto que, salvo rarísimas excepciones, todas nuestras aguas pasan de 0,500 y llegan á 0,900, siendo aún estas últimas aptas, puesto que no contienen elementos que indiquen contaminación ni

excesos de substancias que puedan, por su cantidad, ser nocivas. Cuando las aguas llegan á tener 1,000 de materias disueltas, he comprobado que el 95 por ciento son inaptas, ya porque están contaminadas, ya por tener una cantidad tal de ciertos elementos que las hacen inadecuadas para su consumo.

*Dureza.* — El valor que se debe dar á esta determinación es relativo, sin llegar por ello á despreciarlo por completo; en algunas aguas este dato no expresa perfectamente la proporción de sales de calcio y de magnesio. Fundándome en el límite de óxido de calcio y de magnesio que admitimos, debemos tomar el de 30 (g. f.) como límite máximo de dureza.

*Anhidrido nitroso.* — Es sumamente raro encontrar este elemento en un agua, puesto que, dada su inestabilidad, hace que se transforme muy rápidamente en ácido nítrico. La presencia de anhidrido nitroso indica que el agua que lo contiene está contaminada, puesto que proviene de procesos de reducción que efectúan ciertos bacterios que se encuentran en las aguas contaminadas: efectivamente dichos bacterios transforman la urea y otros compuestos nitrogenados, primero en sales amoniacales y luego en nitritos para dar finalmente nitratos. En consecuencia la presencia de pequeña cantidad de nitritos es indicio de una contaminación, siempre que esté acompañada de otra substancia, como amoníaco, exceso de cloruros, etc. Parecería que en algunas aguas, pequeñísimas cantidades de anhídrido nitroso sería normal. Estamos efectuando observaciones al respecto.

*Amoníaco.* — Fácilmente se deduce que un agua que contiene amoníaco es mala, por cuanto éste tiene en la mayoría de los casos un origen orgánico, según hemos explicado anteriormente. Pero en ciertos terrenos de turba, ricos en materias orgánicas de origen vegetal, el agua contiene amoníaco y nitritos que no son desde luego indicios de una polución animal; los suelos compactos impiden su oxidación. Cuando el amoníaco proviene de materiales fecales, el residuo á 100-105° C. y los cloruros son elevados, mientras que, cuando proviene de materias vegetales, esos dos elementos están en proporciones normales.

*Oxidabilidad en caliente.* — Aplicando el método de Kubel y Tiemann, debemos admitir para la generalidad de las aguas la cantidad de 0,003 de oxígeno necesario para oxidar las materias orgánicas en solución ácida; pero tratándose de aguas de pozos semisurgentes, hemos observado que esa cifra se eleva solamente á 0,0015, siendo sospechosa ó inapta un agua que necesite más de esta cantidad. En

tesis general un agua de pozo semisurgente es sospechosa cuando la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica pasa de 0,0025, mientras que las aguas de ríos pueden llegar á 0,0035 sin estar contaminadas : las materias orgánicas en éstas es de origen vegetal (1).

*Nitratos.* — En general el ázoe nítrico indica una retrogradación de la materia orgánica y por consiguiente un principio de depuración del agua por la transformación de la materia orgánica hasta dar nitratos. Una cierta riqueza del agua en nitratos da un gusto agradable con una sensación de fresco. En Europa generalmente se admite como límite máximo 0,005 $N_2O_5$ por ciento, pero la generalidad de nuestras aguas de pozo pasan esta cantidad. Admitimos hasta 0,04 de $N_2O_5$ por ciento, siempre que no exista otro elemento anormal ó excesivo.

En lo que se refiere á este elemento, he podido comprobar que hay aguas que contienen un exceso de anhidrido nítrico (0,04), sin estar acompañado por amoníaco, anhidrido nitroso, exceso de cloro, etc., y que el análisis bacteriológico da buen resultado. Creo poder explicar este hecho admitiendo que, por la depuración natural del suelo, sólo llegan al agua los productos de la vida de los mismos y que las materias orgánicas albuminoideas son oxidadas hasta dar el último término de la oxidación; y como estas aguas no tienen materias orgánicas capaces de alimentar á los bacterios, es evidente que éstos no pueden vivir en ese medio inapto para su desarrollo (2).

En los cuadros que siguen (3) transcribo la proporción por ciento en que se encuentra cada uno de los elementos de las aguas ; para ello he considerado aproximadamente 500 análisis de muestras de diferentes puntos de la ciudad.

*Residuo entre 100-105° C.*

| | Por ciento de los análisis comparados |
|---|---|
| Hasta 0.500 gr. ‰ | 40.5 |
| — 0.600 | 29.5 |
| — 0.700 | 11.5 |
| — 0.900 | 7.0 |
| — 1.000 | 4.0 |
| — 1.200 | 6.0 |
| Arriba de 1.200 | 1.5 |

(1) El agua del río de la Plata. ZUNE, *Aguas con materias orgánicas.*

(2) Se ha comprobado que hay bacterios capaces de vivir por algún tiempo en aguas exentas de materia orgánica.

(3) ATILIO A. BADO, *Potabilidad de las aguas subterráneas en Buenos Aires. Anales de la Sociedad científica argentina*, tomo LXXII, página 273 y siguientes.

*Dureza en grados franceses*

| | Por ciento de los análisis comparados |
|---|---|
| Hasta 10° | 67.5 |
| — 20 | 24.5 |
| — 30 | 4.5 |
| Arriba de 30 | 3.5 |

*Cloro en Cl*

| | |
|---|---|
| Hasta 0.0050 | 15.0 |
| — 0.0200 | 47.0 |
| — 0.0350 | 16.0 |
| — 0.0700 | 9.0 |
| — 0.1000 | 7.5 |
| — 0.1500 | 2.5 |
| Arriba de 0.1500 | 3.0 |

*Materia orgánica en O*

| | |
|---|---|
| Hasta 0.0005 | 76.5 |
| — 0.0010 | 14.0 |
| — 0.0020 | 4.5 |
| — 0.0025 | 2.0 |
| — 0.0030 | 0.5 |
| Arriba de 0.0030 | 2.5 |

*Anhidrido nitroso*

| | |
|---|---|
| Hasta 0 | 98 |
| Vestigios | 1 |
| Cantidad dosificable | 1 |

*Amoníaco*

| | |
|---|---|
| 0 | 89.5 |
| Vestigios | 9.5 |
| Cantidad dosificable | 1.0 |

*Anhidrido nítrico*

| | |
|---|---|
| Hasta 0 | 13.0 |
| Vestigios | 34.5 |
| Hasta 0.010 | 14.0 |
| — 0.020 | 20.0 |
| — 0.030 | 8.5 |
| — 0.040 | 4.5 |
| — 0.050 | 4.5 |
| Arriba de 0.050 | 1.0 |

*Óxido de calcio*

| | Por ciento de los análisis comparados |
|---|---|
| Hasta 0.005 | 10.0 |
| — 0.010 | 17.5 |
| — 0.020 | 34.5 |
| — 0.050 | 24.0 |
| — 0.080 | 5.0 |
| — 0.100 | 4.0 |
| — 0.150 | 2.0 |
| Arriba de 0.150 | 2.0 |

*Óxido de magnesio*

| | |
|---|---|
| Hasta 0.0020 | 29.0 |
| — 0.0100 | 43.5 |
| — 0.0250 | 16.0 |
| — 0.0300 | 5.0 |
| — 0.0400 | 2.0 |
| Arriba de 0.0400 | 4.5 |

*Anhidrido sulfúrico*

| | |
|---|---|
| Hasta 0 | 6.5 |
| Vestigios | 56.5 |
| Hasta 0.0050 | 6.0 |
| — 0.0100 | 11.0 |
| — 0.0250 | 9.5 |
| — 0.0500 | 3.0 |
| — 0.0800 | 1.0 |
| — 0.1000 | 1.5 |
| — 0.1500 | 2.0 |
| Arriba de 0.1500 | 3.0 |

Teniendo en cuenta los datos que proporcionan los cuadros precedentes, trataré de fijar los límites máximos de cada elemento que han de permitirse en las aguas consideradas potables, estableciendo después las conclusiones á que aquéllos permiten llegar y que difieren de las que el doctor Francisco P. Lavalle consigna en un trabajo que presentó al VII° congreso internacional de química aplicada, reunido en Londres en 1909 (1).

(1) F. P. Lavalle, *Classification de certaines eaux potables de la République Argentine* en *Acts of the seventh international congress of app. chemistry,* section VIII A, página 30. 1909.

En general para la clasificación de un agua exigimos que sea incolora y exenta de todo olor y sabor extraño.

Los elementos en suspensión pueden existir, pero deben ser siempre eliminados por filtración.

Como datos comparativos transcribimos los límites de potabilidad que admiten algunos autores especialistas en la materia.

| En 100.000 partes de agua | Comisión de Viena | Químicos franceses | A. Gautier | Wanklin y Chapman | Reichardt | Fischer | Kubel y Tiemann |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuo salino | 10-50 | 50 | 13-50 | 40-55 | 10-50 | » | 50 |
| Cloro | 0.2-0.6 | » | » | 0.7-1.5 | 0.2-0.8 | 3.55 | 2-3 |
| Ácido sulfúrico ($SO_3$) | 0.2-0.3 | » | » | » | 0.2-0.63 | 8 | 8-16 |
| Óxido de calcio (CaO) | » | » | » | » | » | 11-12 | 11-12 |
| Óxido de magnesio (MgO) | » | » | » | » | » | 4 | 4 |
| Anhidrido nítrico ($N_2O_5$) | 0.4 | » | » | » | 0.4 | 2.7 | 0.5-1.5 |
| Anhidrido nitroso | vestigios | » | » | » | » | » | » |
| Amoníaco | vestigios | 0.1 | » | 0.01-0.015 | » | » | » |
| Oxíg. cons. para oxidar la materia orgánica | 0.05-0.025 | 0.2 | » | 0.2-0.3 | 0.05-0.25 | » | » |
| Sulfato de calcio | » | 15 | » | » | » | 0.2 | 0.25 |
| Cloruros (en Cl) | » | 0.3-1.5 | 0.4-1.5 | » | » | » | » |
| Cloruro de calcio | » | » | » | » | » | » | » |
| Sulfato | » | » | 0.3-2.7 | » | » | » | » |
| Carbonato de calcio | » | » | 4-17 | » | » | » | » |
| Bicarbonato de calcio | » | » | » | 50 | » | » | » |

Para la clasificación de un agua de la capa semisurgente de la ciudad de Buenos Aires, propongo los siguientes límites, que sólo tienen un valor relativo, desde que, para realizar aquélla y establecer el criterio de potabilidad, debe considerarse el conjunto de los datos del análisis, más que el antecedente de la proporción en que se encuentra cada uno de los elementos:

| | |
|---|---|
| Dureza total (g. f.) | 30° |
| Residuo entre 100-105° | 0.850-1.000 gr. ‰ |
| Oxígeno consumido (sol. ácida) | 0.0001-0.0025 |
| Cloro en Cl | 0.100 |
| Anhidrido sulfúrico en $SO_3$ | 0.050 |
| Anhidrido nítrico en $N_2O_5$ | 0.040 |
| Anhidrido nitroso en $N_2O_3$ | vestigios |
| Amoníaco | vestigios |
| Óxido de calcio en CaO | 0.085-0.100 |
| Óxido de magnesio en MgO | 0.035 |

Las aguas cuyo residuo es superior á 0,900, que contienen más de 0,100 gramos por mil de cloro, cuya proporción de anhidrido sulfúrico es elevada, y pequeña y dosificable la de amoníaco y anhidrido nitroso, como igualmente las que tienen en cantidad elevada óxido de calcio y de magnesio, han resultado química y bacteriológicamente malas.

## DIVISIÓN EN ZONAS DEL TERRITORIO DE LA CAPITAL FEDERAL
## AGUA NORMAL DE CADA ZONA

Tratándose de una región geográfica muy extendida, como lo es el territorio de la capital federal, es menester agrupar las aguas por zonas cuya superficie sea poco extensa. Me han guiado varias razones para ello; primeramente que es más fácil y más exacta la comparación de un número no muy considerable de resultados analíticos; y secundariamente que, estando tan poblada la ciudad, existen regiones muy próximas á otras que tienen aguas malas cuando las primeras son buenas: y ello debe explicarse por la diversa constitución del suelo.

Es por esas razones que he dividido á la ciudad en 16 zonas, en la siguiente forma:

1ª zona, Centro: Paseo de Julio, Avenida del Oeste, Brasil, Jujuy, Pueyrredón.

2ª zona, Once: Jujuy, Pueyrredón, Córdoba, Río de Janeiro, Lambaré, Avenida la Plata, Arena, Loria, Brasil.

3ª zona, Barracas y Boca: Brasil, Riachuelo, Pedro Mendoza, Puentecito, Vélez Sarsfield, Entre Ríos.

4ª zona, Patricios: Entre Ríos, Vélez Sarsfield, Riachuelo, Avenida Sáenz, Arena, Loria, Brasil.

5ª zona, Almagro: Río de Janeiro, Avenida la Plata, Asamblea, Avenida Campana, Víctor Martínez, Caballito, Gaona.

6ª zona, Caballito: Caballito, Víctor Martínez, Avenida Campana, Miró, Crisóstomo Álvarez, Carabobo, Boyacá, Gaona.

7ª zona, Flores y Santa Rita: Boyacá, Carabobo, Aquino, Portela, Cuenca, Elizalde, Avenida San Martín, Gaona.

8ª zona, Villa Crespo: Ribera, Giribone, Chacarita, Triunvirato, Río de Janeiro, Lambaré, Gaona, Avenida San Martín, Trelles, Garmendia, Avenida del Campo.

9ª zona, Villa Alvear: Pueyrredón, Córdoba, Rivera, Atacalco, Godoy Cruz, Avenida Alvear, Ugarteche, Avenida General Zapiola.

10ª zona, Colegiales: Godoy Cruz, Atacalco, Rivera, Giribone, Cha-

carita, Delgado, Elcano, Crámer, Pampa, Río de la Plata, Avenida Sarmiento, Avenida Alvear.

11ª zona, Belgrano: Pampa, Crámer, Elcano, Martínez, Blanco Encalada, Avenida del Tejar, Juana Azurduy, Manuela Pedraza, Blandengues, Monroe, Río de la Plata.

12ª zona, Saavedra y Núñez: Manuela Pedraza, Juana Azurduy, Galván, Zufriategui, Río de la Plata, Monroe, Blandengues.

13ª zona, Coghlan-Urquiza: Avenida del Tejar, Blanco Encalada, Triunvirato, Olazábal, Avenida América, Argerich, Avenida General Paz, Galván, Núñez.

14ª zona, Vélez Sarsfield: Portela, Cuenca, San Blas, Calderón, Donizetti, Bruix, Merlo.

15ª zona, Liniers: Calderón, Donizetti, Bragado, Avenida Circunvalación, Avenida General Paz, Cervantes.

16ª zona, Devoto y Villa del Parque: Argerich, Nogoyá, Avenida San Martín, Argerich, Avenida General Paz, Cervantes y San Blas.

El procedimiento seguido para determinar la composición del agua normal de cada zona ha sido tomando los términos medios de ensayos, efectuados en el laboratorio químico á mi cargo, de las Obras sanitarias de la nación. Los resultados obtenidos son perfectamente comparables, pues el método seguido ha sido el mismo.

Se ha tropezado con la dificultad de saber si una fuente pertenece á una sola napa: se sabe que, cuando dos napas están muy poco distantes, su agua se mezcla siguiendo el nivel (napas dolomíticas y napas de yeso, napas de calcáreo) de suerte que el agua analizada tiene el carácter de las dos napas. Á menudo la composición química de pozos próximos ha sido idéntica aun después de cierto tiempo, lo que indicaría que el agua proviene de una sola napa, pues sería aventurado suponer que la mezcla se hace en la misma proporción, sobre todo que podría haber una serie de causas que hacen variar la velocidad de la corriente.

En lo que se refiere á las regiones muy habitadas, es sumamente difícil establecer límites basándose en los análisis actualmente efectuados, pues la gran mayoría de pozos están contaminados ó están contaminándose; de consiguiente es necesario hacer caso omiso de ellos y tomar el término medio de las aguas que, basándose en el estudio general, responden á las características de potabilidad; es decir, que el método aplicado en estos casos debe ser inverso al que es dado hacer con las regiones poco habitadas.

Basándome, pues, en lo anteriormente expuesto, pasaré á estudiar

las características de las aguas de las zonas en que he dividido al territorio de la capital.

### CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS DE CADA ZONA. AGUA NORMAL

*1ª zona. Centro.* — En esta zona, la más habitada de la ciudad, se observa en general que las aguas están contaminadas, pues no se puede obtener agua buena en la mayoría de los casos, debido en parte á que antiguamente se echaban las aguas servidas á pozos ciegos que *en la generalidad de los casos* llegan á tener muchos metros de profundidad.

La característica de estas aguas es contener en disolución muchas sales minerales, presentar una dureza elevada, una excesiva cantidad de cloruros y nitratos. No contienen, la mayoría, ni amoníaco, ni nitritos y la materia orgánica alcanza á 0,002.

En consecüencia estas aguas han sufrido un proceso de autodepuración, como lo demuestra la elevada cantidad de nitratos que contienen.

La napa en su mayor parte está contaminada, observándose que ese proceso se está efectuando en la actualidad, como lo demuestra la presencia de nitritos, amoníaco, materia orgánica.

Á continuación transcribo los análisis efectuados en aguas de pozos que están en la región céntrica, para demostrar que la napa profunda en esta parte se halla contaminada:

1. Florida y Charcas.
2. San Martín, 561.
3. San Juan, 633-39.
4. Paseo Colón, 1353.
5. Rivadavia. 437.
6. Venezuela, 320.

| | I | II | III | IV | V | VI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dureza total | 92.0 | 60.0 | 70.0 | 14.0 | 72.0 | 23.0 |
| Dureza temporaria | 48.0 | 40.0 | 34.0 | 13.0 | 42.0 | 21.5 |
| Dureza permanente | 44.0 | 20.0 | 36.0 | 1.0 | 30.0 | 1.5 |
| Residuo á 105° C | 1.79 | 1.776 | 2.324 | 1.277 | 2.538 | 1.428 |
| Cloro | 0.2307 | 0.1876 | 0.2982 | 0.12425 | 0.1704 | 0.1597 |
| Amoníaco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Anhidrido nítrico | 0.4000 | 0.2000 | 0.373 | 0.20000 | 0.1000 | 0.200 |
| Anhidrido nitroso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oxíg. cons. para oxidar la materia orgánica | 0.0021 | 0.00065 | 0.0075 | 0.00280 | 0.0022 | 0.0017 |

Actualmente, como he dicho más arriba, se verifica el proceso de contaminación, y para demostrarlo, comparo tan sólo los análisis efectuados en el agua del pozo de la calle Rivadavia, 437 :

| | Primer análisis | Segundo análisis |
|---|---|---|
| Dureza total | 72.0 | 62.0 |
| Dureza temporaria | 42.0 | 42.0 |
| Dureza permanente | 30.0 | 20.0 |
| Residuo á 105° C | 2.538 ‰ | 2.13000 ‰ |
| Cloro | 0.1704 | 0.19525 |
| Amoníaco | 0 | 0.00180 |
| Anhidrido nítrico | 0.1000 | 0.10000 |
| Anhidrido nitroso | 0 | 0.00030 |
| Oxíg. cons. para oxidar la materia orgánica | 0.0022 | 0.00770 |

De manera que con una diferencia de dos meses se observa un aumento en cloro, la presencia de anhidrido nitroso y amoníaco y una proporción considerable de materias orgánicas.

Para deducir la composición del agua normal de la región tomaremos la media de varios análisis efectuados y que hemos transcripto ya.

De manera que el agua normal de esta región deberá tener la siguiente composición :

| | |
|---|---|
| Dureza total | 25.0 |
| Residuo á 105° C | 0.85 ‰ |
| Cloro | 0.10 |
| Amoníaco | 0 |
| Anhidrido nitroso | 0 |
| Anhidrido nítrico | 0.05 |
| Oxígeno consumido | 0.002 |

2ª *zona, Once.* — El agua normal límite de esta región tendrá la siguiente composición :

| | |
|---|---|
| Dureza total | 20.0 |
| Residuo á 105° C | 0.700 ‰ |
| Cloro | 0.060 |
| Amoníaco | 0 |
| Anhidrido nitroso | 0 |
| Anhidrido nítrico | 0.040 |
| Oxígeno consumido | 0.002 |
| Anhidrido sulfúrico | 0.015 |
| Óxido de calcio | 0.050 |
| Óxido de magnesio | 0.015 |
| Óxido de sodio y potasio | 0.300 |

De los análisis efectuados en esta zona se observa que la mayor parte de las aguas son aptas para el consumo.

3ª *zona, Boca y Barracas.* — La mayor parte de los pozos construídos en esta zona dan aguas malas, muy cargadas de sales minerales, principalmente cloruro de sodio, sulfato de calcio y de magnesio.

La razón de ello estriba en la calidad del terreno, puesto que esa zona está en el valle del Riachuelo; y para obtener agua de buena calidad, es menester llegar á grandes profundidades y aislar perfectamente bien las napas entre sí. Otra de las causas de esa dificultad es la proximidad del Riachuelo, que es ni más ni menos una cloaca abierta cuyas infiltraciones por capilaridad llegan hasta la napa mencionada.

Á pesar de tener un pequeño número de análisis, puedo establecer los límites del agua normal, pues los pozos que he elegido han sido construídos en las condiciones de reglamento; en consecuencia el agua normal límite tendrá la siguiente composición :

| | |
|---|---|
| Dureza total | 15.0 |
| Residuo á 105° C | 0.90 ‰ |
| Cloro | 0.10 |
| Amoníaco | 0 |
| Anhidrido nitroso | 0 |
| Anhidrido nítrico | 0.05 |
| Oxígeno consumido | 0.002 |

4ª *zona, Patricios.* — El agua normal límite de esta zona tendrá las siguientes características :

| | |
|---|---|
| Dureza total | 10.0 |
| Residuo á 105° C | 0.85 ‰ |
| Cloro | 0.04 |
| Oxígeno consumido | 0.0015 |
| Anhidrido nítrico | vestigios |
| Amoníaco | 0 |
| Anhidrido nitroso | 0 |
| Anhidrido sulfúrico | 0.015 |
| Óxido de calcio | 0.010 |
| Óxido de magnesio | 0.010 |
| Óxido de sodio y potasio | 0.400 |

5ª *zona, Almagro.* — El agua normal de esta región tendrá la siguiente composición :

| | |
|---|---|
| Dureza total.................. | 20.0 |
| Residuo á 105° C............. | 0.800 °/oo |
| Cloro......................... | 0.035 |
| Amoníaco .................... | 0 |
| Anhidrido nitroso............. | 0 |
| Anhidrido nítrico............. | 0.0350 |
| Oxígeno consumido............ | 0.0015 |
| Anhidrido sulfúrico ........... | 0.0550 |
| Óxido de calcio............... | 0.0600 |
| Óxido de magnesio............ | 0.0250 |
| Óxido de sodio y potasio....... | 0.2800 |

En esta región se observa un porcentaje muy bajo de aguas malas.

6ª *zona, Caballito.* — El agua normal límite de esta zona tiene la siguiente composición :

| | |
|---|---|
| Dureza total.................. | 25.0 |
| Residuo á 105° C............. | 0.7000 °/oo |
| Cloro......................... | 0.0400 |
| Amoníaco .................... | 0 |
| Anhidrido nitroso............. | 0 |
| Anhidrido nítrico............. | 0.0500 |
| Oxígeno consumido............ | 0.0012 |
| Anhidrido sulfúrico ........... | 0.0200 |
| Óxido de calcio.. ............ | 0.0500 |
| Óxido de magnesio............ | 0.0150 |
| Óxido de sodio y potasio....... | 0.3000 |

La mayor parte de las aguas de esta zona son aptas para la bebida ; sin embargo existen algunas cuya composición indica que se trata de aguas de mala calidad.

7ª *zona, Flores y Santa Rita.* — La composición del agua normal límite de esta zona es la siguiente :

| | |
|---|---|
| Dureza total.................. | 20.0 |
| Residuo á 105° C............. | 0.55000 °/oo |
| Cloro......................... | 0.03550 |
| Amoníaco .................... | 0 |
| Anhidrido nitroso............. | 0 |
| Oxígeno consumido............ | 0.00150 |
| Anhidrido nítrico............. | 0.05000 |
| Anhidrido sulfúrico ........... | 0.01000 |
| Óxido de calcio............... | 0.07000 |
| Óxido de magnesio............ | 0.02500 |
| Óxido de sodio y potasio....... | 0.25000 |

Existe un pequeño número de aguas de mala calidad.

*8ª zona, Villa Crespo.* — La siguiente composición tiene el agua normal límite de esta zona :

| | |
|---|---|
| Dureza total.................. | 20.0 |
| Residuo á 105° C............. | 0.8000 ‰ |
| Cloro........................ | 0.0450 |
| Amoníaco.................... | 0 |
| Anhidrido nitroso............. | 0 |
| Oxígeno consumido........... | 0.00150 |
| Anhidrido nítrico............. | 0.03000 |
| Anhidrido sulfúrico........... | 0.03000 |
| Óxido de calcio............... | 0.06000 |
| Óxido de magnesio........... | 0.03000 |
| Óxido de sodio y potasio....... | 0.30000 |

*9ª zona, Villa Alvear.* — Esta zona tiene un porcentaje elevado de aguas malas, debido, á mi juicio, á la proximidad del arroyo Maldonado y á lo bajo del terreno.

Haciendo igualmente abstracción de los pozos cuyas aguas son contaminadas, he establecido los límites para el agua normal de esta zona :

| | |
|---|---|
| Dureza total (g. f.)........... | 18.0 |
| Residuo á 105° C............. | 1.0000 ‰ |
| Cloro........................ | 0.1000 |
| Amoníaco.................... | 0 |
| Anhidrido nitroso............. | 0 |
| Anhidrido nítrico............. | 0.0500 |
| Oxígeno consumido........... | 0.0015 |
| Anhidrido sulfúrico........... | 0.0250 |
| Óxido de calcio............... | 0.0600 |
| Óxido de magnesio........... | 0.0250 |
| Óxido de sodio y potasio....... | 0.4000 |

En esta zona existen regiones cuyas aguas se caracterizan por contener un residuo superior á 1 gramo por ciento, un exceso de anhidrido sulfúrico, de óxido de calcio y de magnesio y de sales de sodio.

*10ª zona, Colegiales.* — Agua normal límite de esta zona :

| | |
|---|---|
| Dureza total (g. f.)........... | 25.0 |
| Residuo á 105° C............. | 0.70 ‰ |
| Cloro........................ | 0.04 |
| Amoníaco.................... | 0 |
| Anhidrido nitroso............. | 0 |
| Oxígeno consumido........... | 0.0015 |
| Anhidrido nítrico............. | 0.0300 |

| | |
|---|---|
| Anhidrido sulfúrico | vestigios |
| Óxido de calcio | 0.0400 |
| Óxido de magnesio | 0.0200 |
| Óxido de sodio y potasio | 0.3500 |

En esta misma zona existe agua cuya composición química se aleja mucho de los límites que hemos asignado al agua normal: contienen un exceso de anhidrido sulfúrico, cloro y óxidos de sodio y de potasio.

*11ª zona, Belgrano.* — Límite del agua normal de esta zona:

| | |
|---|---|
| Dureza total (g. f.) | 20.0 |
| Residuo á 105° C | 0.6500 °/oo |
| Cloro | 0.0355 |
| Anhidrido nitroso | 0 |
| Anhidrido nítrico | 0.0250 |
| Amoníaco | 0 |
| Anhidrido sulfúrico | vestigios |
| Oxígeno consumido | 0.00150 |
| Óxido de calcio | 0.06000 |
| Óxido de magnesio | 0.02500 |
| Óxido de sodio y potasio | 0.33000 |

*12ª zona, Saavedra y Núñez.* — De esta zona poseemos pocos análisis para determinar con exactitud la composición del agua normal:

| | |
|---|---|
| Dureza total | 15.0 |
| Residuo á 105° C | 0.7000 °/oo |
| Cloro | 0.0400 |
| Anhidrido nitroso | 0 |
| Anhidrido nítrico | 0.0250 |
| Amoníaco | 0 |
| Oxígeno consumido | 0.0015 |
| Anhidrido sulfúrico | 0.0050 |
| Óxido de calcio | 0.02000 |
| Óxido de magnesio | 0.00700 |
| Óxido de sodio y potasio | 0.30000 |

*13ª zona, Coghlan y Urquiza.* — La composición siguiente tiene el agua normal límite de esta zona:

| | |
|---|---|
| Dureza total | 10.0 |
| Residuo á 105° C | 0.600 °/oo |
| Cloro | 0.024 |
| Amoníaco | 0 |
| Anhidrido nitroso | 0 |
| Oxígeno consumido | 0.0015 |
| Anhidrido nítrico | 0.0150 |

*14ª zona, Vélez Sarsfield.* — El agua normal límite de esta zona es la que á continuación se detalla :

| | |
|---|---|
| Dureza total.................. | 32.0 |
| Residuo á 105° C............. | 0.6500 ‰ |
| Cloro......................... | 0.0400 |
| Amoníaco .................... | 0 |
| Anhidrido nitroso............. | 0 |
| Oxígeno consumido............ | 0.0015 |
| Anhidrido sulfúrico ........... | 0.0100 |
| Anhidrido nítrico............. | 0.0250 |
| Óxido de calcio............... | 0.1000 |
| Óxido de magnesio............ | 0.0350 |
| Óxido de sodio y potasio....... | 0.1500 |

*15ª zona, Liniers.* — Agua normal límite de la zona que precede :

| | |
|---|---|
| Dureza total.................. | 25.0 |
| Residuo á 105° C............. | 0.65000 ‰ |
| Cloro......................... | 0.0280 |
| Amoníaco .................... | 0 |
| Anhidrido nitroso............. | 0 |
| Anhidrido nítrico............. | 0.0400 |
| Oxígeno consumido............ | 0.0012 |
| Anhidrido sulfúrico ........... | 0.0100 |
| Óxido de calcio............... | 0.0300 |
| Óxido de magnesio............ | 0.0200 |
| Óxido de sodio y potasio....... | 0.2800 |

*16ª zona, Villa del Parque y Devoto.* — Límite del agua normal de esta zona :

| | |
|---|---|
| Dureza total.................. | 25.0 |
| Residuo á 105° C............. | 0.5500 ‰ |
| Cloro......................... | 0.0355 |
| Anhidrido nitroso............. | 0 |
| Anhidrido nítrico............. | 0.0075 |
| Amoníaco .................... | 0 |
| Anhidrido sulfúrico ........... | 0.0100 |
| Oxígeno consumido............ | 0.0010 |
| Óxido de calcio............... | 0.0850 |
| Óxido de magnesio............ | 0.0280 |
| Óxido de sodio y potasio....... | 0.2000 |

## LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS SEMISURGENTES EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Á pesar de existir una ley que reglamenta la construcción de pozos semisurgentes, se puede decir que una gran mayoría se construyen fuera de las condiciones reglamentarias, para evitarse el costo, en algunos casos alto, de la obra.

La dirección de Obras sanitarias de la Nación, por la ley número 4198 y su decreto reglamentario, obliga á todos los habitantes que residan dentro del territorio de la capital federal, se sujeten á las siguientes instrucciones para la construcción y conservación de pozos semisurgentes.

### TÍTULO I

### *Habilitación de pozos semisurgentes*

Art. 1°. — De acuerdo con lo establecido en la ley número 4198 y en el decreto reglamentario de la misma de fecha, junio 17 de 1904, queda prohibida la perforación y uso de pozos semisurgentes dentro del territorio de la capital federal, sin el permiso previo de la dirección general de Obras de salubridad de la Nación.

Art. 2°. — Para perforar un pozo semisurgente ó modificar uno existente se debe solicitar permiso de la dirección, á cuyo efecto se presentará una solicitud en que conste la ubicación de la propiedad donde se haya de perforar el pozo, el diámetro y la profundidad de éste, el uso á que se destina el agua, el nombre del constructor y todo otro dato pertinente. Se acompañarán además planos en duplicado, en escala apropiada no menor de uno en cien, de los cortes transversales y demás detalles que fuesen necesarios, indicando la forma en que se propone efectuar el trabajo con sujeción á lo dispuesto en las presentes instrucciones.

En estos planos, hechos en tela transparente, deberán señalarse claramente y con colores diferentes las obras por ejecutar. Se indicará también la cota del terreno en el sitio donde se desea perforar el pozo, la posición de otros pozos, si los hubiere, de los pozos de letrina, aljibes ó cualquiera otra obra análoga.

De los dos juegos de planos, uno será archivado, devolviéndose el otro al interesado con la aprobación respectiva.

Art. 3°. — Dentro de los diez días siguientes al de la presentación de los planos, la oficina correspondiente dictaminará sobre las obras proyectadas,

aprobándolas ó indicando la naturaleza de las modificaciones por introducir. En este último caso podrá llamar al interesado para hacerle las indicaciones. El plano rectificado deberá ser presentado nuevamente para su aprobación, sin la cual no se podrá empezar trabajo alguno.

El interesado es responsable de las inexactitudes en las medidas, niveles y demás datos que contengan los planos.

Art. 4°. — En caso de existir ya en la misma propiedad otro pozo semisurgente, no podrá otorgarse permiso para la construcción de uno nuevo antes de haber comprobado que aquél se halla en condiciones higiénicas. Si el análisis químico ó el bacteriológico demostrasen que el agua está contaminada, el pozo será modificado ó inutilizado, de acuerdo con las disposiciones respectivas de estas instrucciones.

Art. 5°. — Los propietarios no podrán emplear en la perforación de pozos semisurgentes constructores que no hayan acreditado suficientemente, á juicio de la dirección, su competencia en esa clase de trabajos.

Art. 6°. — Concedido el permiso para la perforación del pozo, los propietarios, ó los constructores que los representen, deben dar aviso con tres días de anticipación, por lo menos, de la fecha en que se dará comienzo a la perforación y la dirección vigilará por medio de sus inspectores que el trabajo se ejecute de acuerdo con lo establecido en las presentes instrucciones y con las indicaciones que en cada caso se hagan al propietario, quien estará obligado á realizar todas las pruebas y ensayos que se le indiquen.

Los ingenieros é inspectores de las obras de salubridad tendrán libre acceso á las fincas en que se efectúen perforaciones de pozos, con el fin de inspeccionar los trabajos ó para observar el funcionamiento de pozos existentes.

Los dueños ó inquilinos deberán facilitar esas inspecciones, que se practicarán en las horas comprendidas entre la salida y la puesta del sol, salvo en caso de urgencia, en que será á aquéllos permitido efectuarlas á otras horas, debiendo entonces presentarse provistos de una autorización especial dada por el director general.

En caso de suspensión de los trabajos durante un período mayor de diez días, el interesado deberá dar aviso á la dirección al reanudar aquéllos.

Si el inspector notare que se hubiera hecho ó se estuviere haciendo algún trabajo imperfecto ó contrario á estas instrucciones, tendrá facultad para suspenderlo, dando orden al constructor ó capataz de la obra de retirar todo el material defectuoso ó deshacer el trabajo mal hecho, reconstruyéndolo por su cuenta y á entera satisfación de aquél.

Art. 7°. — Toda empresa, constructor ú operario que se hiciese cargo de trabajos de perforación de pozos semisurgentes, está obligado á cumplir estrictamente estas instrucciones.

Art. 8°. — Terminada la construcción del pozo á entera satisfacción de la dirección, ésta hará practicar análisis del agua obtenida, y en vista de él

podrá declarar habilitado ó no el pozo y anotarlo, en el primer caso, en un registro especial.

No se habilitará pozo alguno semisurgente sin permiso de la dirección, y el propietario que lo hiciere incurrirá en una multa de 500 pesos moneda nacional, cualquiera que sea el uso á que se destine el agua, de acuerdo con lo establecido en el artículo 19 del decreto de junio 17 de 1904, reglamentario de la ley número 4198.

Art. 9°. — Si de los análisis practicados resultara que el agua de algún pozo está contaminada, la dirección procederá en la forma indicada, para los pozos existentes, en los artículos 16 y subsiguientes.

Art. 10. — Todo gasto hecho por la dirección en la construcción, modificación ó reparación de las obras que haya ejecutado por cuenta del propietario, así como las multas, serán exigidas por la vía de apremio, en la forma que establece la ley número 1917 sobre cobro de multas.

## TÍTULO II

### *Perforación de pozos semisurgentes*

Art. 11. — Los materiales que se empleen en la perforación de pozos semisurgentes, deberán ser de construcción y calidad aprobada por la Dirección.

Art. 12. — Los pozos podrán tener antepozo ó no, pudiendo también tener dentro del caño de la perforación un caño con filtro.

En caso de tener antepozo, las fundaciones de éste penetrarán $0^m50$, por lo menos, dentro del primer estrato impermeable de un metro más de espesor que se encuentra debajo de la primera napa de agua, debiendo quedar debajo del antepozo, por lo menos, $0^m50$ del mismo estrato. Al llegar con la excavación al estrato impermeable deberá el constructor dar aviso á la dirección.

Los cimientos y fondos estarán formados por una capa de hormigón de $0^m20$ de espesor mínimo, formado de una parte, en volumen, de cemento Portland, cuatro partes de arena y cinco de cascajo. El anillo de fundición, ó el caño exterior de la perforación, según sea el caso, deben quedar perfectamente adheridos al hormigón del fondo.

El antepozo tendrá un revestimiento de albañilería de ladrillos de primera clase, asentados en mezcla de una parte, en volumen, de cemento Portland ó cal hidráulica, por tres de arena. El espesor de revestimiento será de un ladrillo, cuando el diámetro del antepozo no pase de dos metros, aumentando de medio ladrillo por cada metro de aumento en el diámetro. Tanto el fondo como el revestimiento llevarán revoque de dos centímetros de espesor de mortero de una parte, en volumen, de cemento Portland por dos de arena. Si esto no fuera suficiente, el interesado deberá efectuar el trabajo en la forma que en cada caso se le indicará.

El revestimiento del antepozo puede ser también formado por chapas de hierro fundido bulonadas entre sí y con juntas herméticas.

El borde superior del antepozo deberá tener suficiente altura sobre el suelo, para que en caso alguno sea posible la entrada al pozo de agua de lluvia ó de otra proveniencia.

El antepozo estará provisto de una tapa con cerradura.

Art. 13. — Cuando no haya antepozo, se colocará el caño de perforación, contenga ó no un caño con filtro, dentro de un caño protector, liso exteriormente, que penetre $0^m50$, por lo menos, dentro del primer estrato impermeable mencionado en el artículo 12. Este caño deberá ser introducido con frotamiento fuerte. Con este objeto se hará la perforación por medio de una barrena cuyo diámetro se aproxime, tanto como sea posible, al diámetro interior del caño, quedando inferior á éste. Al mismo tiempo se hará penetrar el caño forzándolo hacia abajo.

Al llegar al primer estrato impermeable, el interesado deberá dar aviso á la dirección antes de proseguir el trabajo. Previa autorización del inspector, se continuará aquél hasta dejar colocado el caño protector en su posición definitiva en la forma ya indicada. Extraída la tierra del interior del caño, se suspenderá el trabajo de perforación durante 24 horas por lo menos, para cerciorarse de que no se producen filtraciones por el extremo inferior del caño. Si se observara que del fondo de la perforación mana agua, esto indicaría que el trabajo ha sido mal ejecutado, o que no se ha alcanzado el estrato impermeable, en cuyos casos el interesado deberá corregir el defecto de acuerdo con las instrucciones que le imparta el inspector.

El caño de protección será también obligatorio en los pozos con antepozo, cuando este último no esté asentado sobre el terreno impermeable, en la forma indicada en el artículo 12.

Art. 14. — Terminada la construcción del antepozo ó la colocación del caño protector, según el caso, se procederá á la perforación propiamente dicha, pudiendo emplearse caños con coplas de unión exteriores, si la perforación debe llegar hasta la primera napa semisurgente. En caso de que la perforación deba llegar á otra napa semisurgente, que no sea la primera, se emplearán caños lisos completamente y la perforación se hará en la forma indicada para el caño protector, con el objeto de evitar que haya intercomunicación entre las napas semisurgentes.

En caso de que se quiera colocar un caño con filtro dentro del caño principal, después de bajado el primero, se levantará el segundo, pero solamente hasta llegar á la parte superior de la napa utilizada. En este caso el caño principal debe ser liso exteriormente.

Tanto el caño de perforación como el caño filtro deben llegar hasta el fondo del antepozo, ó hasta el terreno natural, si no hay antepozo, haciéndose allí una junta entre los dos caños, de manera á evitar la salida del agua por el espacio anular comprendido entre ellos.

Donde haya antepozo, el caño de perforación ó el caño filtro, si existe, deberá llevar en su parte superior una válvula esclusa que pueda ser manejada desde la parte superior del antepozo, con el objeto de poder dejarlo en seco y verificar su impermeabilidad en cualquier momento.

Cuando haya sido necesario colocar caño protector, el espacio anular comprendido entre los dos caños deberá tener un ancho de $0^{m}025$, por lo menos, y se llenará con cemento Portland puro, colocado en forma de lechada en una altura de un metro por lo menos. El resto del espacio podrá llenarse con arcilla plástica.

Art. 15. — Al efectuar la perforación el propietario ó constructor, deberán anotar cuidadosamente la naturaleza, espesor y profundidad de las diversas capas atravesadas, á fin de poder señalarlas en el plano, que quedará en poder de la dirección y que deberá ser corregido una vez terminado el trabajo, de manera que esté de acuerdo con la obra ejecutada.

## TÍTULO III

### *Pozos existentes*

Art. 16. — La Dirección hará practicar análisis de las aguas de cada uno de los pozos semisurgentes que existan dentro del territorio de la capital federal á objeto de determinar si son aptas para la alimentación.

Art. 17. — Si de los análisis efectuados resultara que el agua del pozo está contaminada por contacto con la primera napa ó con cualquiera otra fuente de contaminación, el propietario deberá cegar el pozo, en la forma que se indica en el artículo 21, ó efectuar los trabajos necesarios para tratar de aislar completamente la napa semisurgente de las fuentes de contaminación, debiendo sujetarse en esto á las instrucciones que por escrito le dará la Dirección, la que le fijará al efecto un plazo.

Art. 18. — Si la contaminación se efectuara por comunicación con la primera napa á lo largo de la parte exterior del caño, corresponderá cegar el pozo y perforar uno nuevo en otro lugar, por no ser posible en la generalidad de los casos corregir ese defecto con la colocación de un caño protector.

Si el revestimiento del antepozo no fuera impermeable y permitiera la entrada del agua de la primera napa, deberá ser reconstruído en la forma establecida en el artículo 12.

Se deberá igualmente desagotar, limpiar y rellenar con tierra todo pozo de letrina situado dentro de un radio de diez metros, y alejar á igual distancia toda materia que por disolución é infiltración pueda ser causa de contaminación.

Art. 19. — Terminados los trabajos indicados, se tendrá el pozo en observación durante un mes, extrayendo la mayor cantidad de agua posible. Si

transcurrido ese plazo no hubieran mejorado las condiciones del pozo, el interesado deberá cegar éste en la forma que se establece en el artículo 21. La dirección podrá conceder un plazo mayor cuando lo estime conveniente, antes de proceder á la inutilización del pozo.

Art. 20. — Si vencido el plazo fijado por la dirección para efectuar los trabajos indicados, el interesado no los hubiera efectuado, incurrirá en una multa de 200 pesos moneda nacional, y si transcurridos treinta días más no hubiera cumplido las instrucciones dadas, la dirección procederá de oficio á cegar el pozo (art. 18 del decreto reglamentario).

Art. 21. — La inutilización de un pozo semisurgente en malas condiciones, se hará rellenándolo con pedregullo ó cascotes, hasta la parte superior ó techo de la napa utilizada, y después con arcilla diluída. levantando paulatinamente al mismo tiempo el caño.

Art. 22. — Por toda infracción á estas instrucciones que no estuviere especificada en los artículos anteriores, la dirección podrá imponer multas de 20 á 200 pesos moneda nacional.

Esta ley, como se ve, está destinada á evitar que la composición química del agua de las napas profundas corra el riesgo de la primera, que está actualmente contaminada en su mayor extensión.

Una buena parte de los propietarios burlan la ley y construyen los pozos fuera de esas condiciones y de tal modo que se hace posible el pasaje, en la mayoría de los casos, del líquido de la napa freática á las profundas.

El directorio de Obras sanitarias de la Nación, con fecha 11 de septiembre de 1912, ha comunicado al público las siguientes disposiciones:

1ª Á todo propietario que lo solicite, se le permitirá la construcción de pozos sin caño protector, bajo las siguientes condiciones :

*a)* El caño de perforación deberá ser de acero, de juntas exteriores lisas y de calidad aprobada por el directorio ;

*b)* La perforación se hará por medio de una barrena cuyo diámetro se aproxime, tanto como sea posible, al diámetro interior del caño, quedando inferior á éste, á fin de que el caño pueda ser introducido con frotamiento fuerte forzándolo hacia abajo ;

*c)* El extremo inferior del caño de perforación debera quedar, por lo menos, al nivel del techo de la napa semisurgente que se trata de utilizar, y su extremo superior deberá llegar hasta 0m30 sobre el nivel del fondo del antepozo ó sobre el del terreno natural, si no existe aquél ;

*d)* Quedan subsistentes todas las disposiciones de la reglamentación vigente para la construcción de pozos semisurgentes en todo aquello que la presente resolución no las modifique expresamente.

2ª En adelante sólo se hará análisis químico del agua de los pozos, salvo cuando el propietario solicite que también se haga por su cuenta el bacteriológico. El costo del análisis químico queda reducido á diez pesos moneda nacional. El del bacteriológico á veinte pesos.

3ª La administración no cobra suma alguna por concesión del permiso de construcción de pozos, revisión de planos, inspección de la obra ó por cualquier otro concepto relacionado con la construcción de pozos semisurgentes en la capital federal.

El público debe rechazar el pago de toda suma que constructores poco escrupulosos pretendan cobrarle, so pretexto de que lo exige la administración de Obras sanitarias.

## LA CONTAMINACIÓN DE LOS POZOS SEMISURGENTES POR EFECTO DE INFILTRACIONES. LA ACCIÓN DEPURADORA DEL SUELO

Al hablar de la construcción de pozos semisurgentes, hemos dicho que una buena parte de ellos se construyen sin el caño protector, y por consiguiente es fácil que el líquido de la napa freática se mezcle ayudado por la acción de la gravedad y capilaridad, á la napa profunda; de esa manera ésta se contaminará. Pero puede suceder que, á pesar de esa transfusión del líquido á la segunda napa, ésta permanezca en buenas condiciones, no obstante variar de composición química: variación que en la mayoría de los casos es poco sensible; este hecho puede explicarse por la acción depuradora del suelo. En efecto, el agua, con los productos producidos por los microorganismos, pasa poco á poco por los poros del terreno, que actúa como filtro natural y se despoja progresivamente de los primeros por permanecer aprisionados por las acciones moleculares de adherencia de los que anteriormente han quedado aprisionados, constituyendo así un foco de atracción; por consiguiente el agua irá llegando á las partes profundas con una proporción menor de bacterios, y por los intercambios vitales éstos oxidan, reducen, etc., los elementos orgánicos é inorgánicos del agua hasta transformar los primeros en los segundos; es decir, que el agua caerá completamente privada de elementos organizados y orgánicos; los primeros serán retenidos por los poros del terreno filtrante y los segundos serán mineralizados.

No todos los terrenos tienen el mismo poder filtrante, algunos efectúan la depuración de los líquidos de una manera completa, otros lo hacen incompletamente, como lo ha demostrado el doctor E. Imbeaux para los terrenos de Meurthe-et-Moselle; por consiguiente, se explica

fácilmente el por qué algunos pozos se conservan en buenas condiciones un tiempo, que varía con las diversas circunstancias locales y otros que inmediatamente de construídos ó á los pocos meses, se contaminan fácilmente.

El problema inverso es también posible, es decir, que pozos de contaminación reciente, al cabo de un cierto tiempo sus aguas se presentan con las características buenas; y ahí interviene la depuración natural de las aguas, siempre que la causa de contaminación sea pasajera.

En lo que se refiere á los terrenos, se sabe que existe una variedad grande en la naturaleza de sus capas y principalmente en las dimensiones de sus poros y en sus hendeduras. Una prueba de esto es que las aguas que nos han dado por el análisis químico una proporción grande de bicarbonato de calcio y de magnesio, han dado igualmente una proporción elevada de gérmenes en el análisis bacteriológico, lo que indica que la filtración en esos terrenos se hace mal.

En cambio, si se trata de terrenos constituídos por arena, cuyo grosor va disminuyendo de manera que los espacios que dejan entre sí los gránulos sean pequeños, y además contienen arcilla, que, aglomerándose con la primera y por la acción del agua, constituye un estrato impermeable, la filtración se verifica en excelentes condiciones y son un verdadero filtro natural que depura completamente el agua.

Los terrenos que están constituídos por yeso, dan aguas malas, no sólo por el hecho de tener disueltas grandes cantidades de sulfato de calcio, que conduce al coto y cretinismo, sino también por la mala filtración que se produce en estos terrenos, dando un agua cargada de estas sales y con un porcentaje elevado de bacterios.

En la misma ciudad de Buenos Aires existen regiones en que es absolutamente imposible obtener agua en buenas condiciones, porque el terreno está, en algunos casos, en el valle de ríos, cuyas aguas llevan en suspensión y disueltas muchas materias orgánicas, provenientes de los desechos de las industrias que arrojan sus líquidos brutos ó mal depurados á los cursos de agua.

Basta inspeccionar los resultados de los análisis efectuados en la zona Boca y Barracas y buena parte de la de Villa Alvear, para demostrar la influencia perniciosa de los ríos, ó mejor, cloacas abiertas, denominados Riachuelo y Arroyo Maldonado, que infectan las regiones por donde circulan sus aguas. Añádase á ello la calidad de los terrenos de los valles mayores de estos ríos, y se verá la casi absoluta imposibilidad de obtener agua de buena calidad. La capa impermeable en estas regiones se halla á gran distancia de la superficie del suelo.

No obstante la acción depuradora que tienen los terrenos, ella no es ilimitada; llega un momento en que aquél se satura y es imposible toda acción física y química de los bacterios que llenan los poros del mismo sin poder efectuar el proceso biológico general; en este caso los líquidos que han experimentado una contaminación, se dirigirán á la napa profunda (si existe pasaje sin sufrir aquel proceso) y los bacterios se reproducirán, multiplicándose, de manera que la depuración espontánea se hace imposible, porque el aporte de materia nutritiva es grande como para asegurar una alimentación suficiente para los mismos.

Para demostrar eso, mencionaré el hecho de que se han verificado en el laboratorio cien análisis de agua de pozos, cuyos análisis anteriores habían dado buen resultado, y se ha observado que treinta se han contaminado y que los setenta restantes no han experimentado alteraciones sensibles.

## VARIACIÓN DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE POZOS PRIMITIVAMENTE CONTAMINADOS

La transformación que experimentan las aguas de pozos por la acción del tiempo y primitivamente contaminados, es muy compleja; la materia orgánica sufre una serie de transformaciones hasta llegar á la mineralización completa: los hidratos de carbono se oxidan para dar anhidrido carbónico, el que influirá, si el terreno es calcáreo ó magnésico, en la disolución del carbonato de calcio ó de magnesio; las materias albuminoideas y en general las nitrogenadas pasarán primero á amoníaco, luego á nitritos y finalmente á nitratos, que es el último término de la transformación. Las materias sulfuradas darán sucesivamente hidrógeno sulfurado, sulfuros y sulfatos.

Para explicar esas transformaciones, se ha dado como causa las diastasas que segregan ciertos fermentos y toda una infinita variedad de gérmenes. Después de la solubilización de las materias orgánicas por las diastasas, diversos gérmenes reaccionarán sobre ellas para llevarlas sucesivamente á estados más simples; y como las fases diversas de esas degradaciones son poco conocidas, se hace entrar en juego tantas especies de gérmenes como fases sucesivas que se suponen se verifican. Estas hipótesis han sido en parte verificadas por los trabajos de Winogradsky con los descubrimientos de los fermentos nitrosos y nítricos.

Además de la acción de los gérmenes, intervienen el aire, el oxígeno

disuelto en el agua y la luz, que tiene una gran importancia y un papel notorio en la combustión de las materias orgánicas del agua.

En el laboratorio hemos practicado ensayos diversos sobre aguas de pozos primitivamente sospechosas ó malas, y obtuvimos resultados diversos que especificamos á continuación:

*Pozo número 1*

| | Primer análisis | Segundo análisis |
|---|---|---|
| Fecha de la extracción.......... | 13 diciembre 1910 | 28 enero 1911 |
| Fecha del análisis.............. | 27 diciembre 1910 | 11 febrero 1911 |
| Residuo á 105°C............... | 2.538 | 2.13000 |
| Cloro en Cl.................... | 0.1704 | 0.19525 |
| Amoníaco ...................... | no contiene | 0.00180 |
| Anhidrido nitroso.............. | no contiene | 0.00030 |
| Materia orgánica (oxíg. cons.)... | 0.0022 | 0.00700 |
| Anhidrido nítrico............... | 0.1000 | 0.12500 |
| Dureza total (g. f.)............ | 72.0 | 62.0 |

Como se ve, la materia orgánica ha aumentado en el segundo análisis, lo mismo que la proporción de amoníaco, anhidrido nitroso, anhidrido nítrico y cloro; lo que indica que existe un aporte de materia orgánica que se transforma en amoníaco, anhidrido nitroso y finalmente pasa al último término de la oxidación.

*Pozo número 2*

| | Primer análisis | Segundo análisis |
|---|---|---|
| Fecha de la extracción.......... | 9 diciembre 1910 | 7 enero 1911 |
| Fecha del análisis.............. | 16 diciembre 1910 | 10 enero 1911 |
| Residuo á 105°C............... | 1.44400 | 1.2940 |
| Cloro en Cl.................... | 0.12425 | 0.11715 |
| Amoníaco ...................... | vestigios | no contiene |
| Anhidrido nitroso.............. | vestigios | 0.00060 |
| Materia orgánica (oxíg. cons.)... | 0.0016 | 0.00415 |
| Anhidrido nítrico............... | 0.1000 | 0.13600 |
| Dureza total (g. f.)............ | 68.0 | 72.0 |

En esta agua se observa igualmente un aporte de materia orgánica que sufre el proceso anteriormente indicado.

*Pozo número 3*

| | Primer análisis | Segundo análisis |
|---|---|---|
| Fecha de la extracción | 20 noviembre 1910 | 16 febrero 1911 |
| Fecha del análisis | 28 noviembre 1910 | 22 febrero 1911 |
| Residuo á 105° C | 1.63400 | 1.03600 |
| Cloro en Cl | 0.29110 | 0.15265 |
| Amoníaco | no contiene | vestigios |
| Anhidrido nitroso | no contiene | 0.00040 |
| Materia orgánica (oxíg. cons.) | 0.00070 | 0.00370 |
| Anhidrido nítrico | 0.03740 | 0.04750 |
| Dureza total (g. f.) | 80.0 | 42.4 |

Así podría transcribir toda una serie interminable de análisis de aguas que se han efectuado en esas condiciones; pero para evitar la molestia de leer cifras que al fin dicen lo mismo, me he limitado á transcribir estos pocos ejemplos.

En algunos casos el proceso no se verifica en esa forma, sino que el agua contaminada experimenta con el tiempo un proceso inverso; la materia orgánica no es transformada integralmente en nitratos; y este hecho pueden fácilmente explicarse, pues existen en el suelo microorganismos que tienden á transformar en nitratos las sales amoniacales y las materias orgánicas del suelo, mientras que otros operan en sentido contrario. Si esos diversos gérmenes son llevados por las aguas, se explicará, según el predominio de uno ú otro, la transformación en uno ú otro sentido.

## RELACIÓN ENTRE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS LA INFLUENCIA DEL TERRENO

De la comparación de un número relativamente apreciable de análisis químicos y bacteriológicos, he podido hacer una serie de observaciones acerca de los resultados que nos suministran estos ensayos efectuados conjuntamente.

La calidad del terreno tiene una influencia muy marcada acerca del número de bacterios que puede arrastrar un agua subterránea.

Si se trata de terrenos arenosos constituídos por arena y arcilla, la disposición de las diversas capas constituye un verdadero filtro natural que se encarga de la depuración de los líquidos que por sus

intersticios pasa; de tal manera que las aguas en estos terrenos se presenta con las características químicas y bacteriológicas de una buena agua potable.

Los terrenos calcáreos y dolomíticos son malos filtros naturales, por el hecho comprobado de que las capas presentan fisuras y la filtración se hace mal; es, en consecuencia, lógico que las aguas que por los análisis químicos se han rechazado, por el exceso de bicarbonato de calcio y de magnesio, por el bacteriológico, deban igualmente desecharse para la bebida por contener un número de gérmenes elevado.

Los terrenos yesosos tienen el inconveniente que presentan los anteriores, y por consiguiente sus aguas bacteriológicamente son malas. La cantidad de sulfato de calcio que tienen disuelta puede además tener un origen orgánico, de tal modo que deben esas aguas rechazarse por las dos causas mencionadas.

Es lógico que las aguas que contengan exceso de cloro, amoníaco, anhidrido nitroso y más de 0,002 de O consumido para oxidar la materia orgánica, den una cantidad elevada de micros, ó una variedad ó calidad que evidentemente las hace declarar inaptas para la bebida.

En cuanto á la presencia del anhidrido nítrico en nuestras aguas subterráneas, podemos decir que no existe una norma para clasificarlas del doble punto de vista químico y bacteriológico. Mientras que un agua que contiene 0,04 de $N_2O_5$ por ciento es mala bacteriológicamente, una que contenga 0,08 por ciento, es decir, el doble, es buena, siempre que no tenga elementos que hagan suponer una contaminación actual (Cl, $NH_3$, $N_2O_5$).

Este hecho creo poder explicarlo admitiendo que el $N_2O_5$ contenido en el agua provenga de los productos de la mineralización de las substancias orgánicas nitrogenadas (corrobora ésto el haberse encontrado en la provincia de Buenos Aires muchos animales fósiles), y en consecuencia, dada la mineralización completa, los bacterios productores de ella se han encontrado en un medio inapto para seguir viviendo por la falta de elementos nutritivos y el agua es, por consiguiente, bacteriológicamente buena.

La norma que se debe seguir en estos casos es hacer análisis bacteriológicos de las aguas que contengan más de 0,04-0,05 por ciento de $N_2O_5$ y rechazar químicamente aquella que contiene una cantidad mayor, siempre que lleve disueltos elementos anormales ó exceso de elementos normales.

Inserto una serie de resultados del punto de vista bacteriológico, comparándolos con el análisis químico.

| Número de orden | Calle | Número | Dureza total | Residuo á 105° C | Cloro | Anhidrido nitroso | Anhidrido nítrico | Amoníaco | Oxidabilidad (en oxígeno) | Anhidrido sulfúrico | Óxido de calcio | Óxido de magnesio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Santa Fe ...... | 4802 | » | 1.31 | 0.184 | » | » | » | 0.0037 | 0.22 | » | » |
| 2 | — ...... | 4862 | » | » | 0.124 | » | » | » | » | 0.13 | » | » |
| 3 | — ...... | 4900 | » | 1.17 | 0.174 | » | » | » | » | 0.20 | » | » |
| 4 | — ...... | 4866 | » | » | 0.124 | » | » | » | » | 0.10 | » | » |
| 5 | Hidalgo ....... | 820 | » | » | » | » | » | » | » | » | 0.13 | 0.054 |
| 6 | Santa Fe ...... | 4922 | » | 1.31 | 0.124 | » | » | » | » | 0.21 | » | » |
| 7 | — ...... | 4910 | » | » | 0.082 | » | » | » | » | 0.15 | » | » |
| 8 | Fitz-Roy ...... | 2353 | » | 1.02 | 0.124 | » | » | » | » | 0.19 | » | » |
| 9 | Santa Fe ...... | 4520 | » | 1.22 | 0.095 | » | » | » | 0.0024 | 0.09 | » | » |
| 10 | Helguera ...... | 3685 | » | » | » | » | » | » | » | » | 0.11 | 0.015 |
| 11 | Díaz Vélez..... | 943-51 | 68 | 1.34 | 0.142 | » | 0.13 | » | » | » | » | » |
| 12 | Gazcón........ | 362 | 40 | » | 0.159 | » | 0.20 | » | » | » | » | » |
| 13 | — ........ | 362 | 54 | 1.43 | 0.159 | » | 0.10 | » | » | » | » | » |
| 14 | — ........ | 362 | 70 | 1.49 | 0.156 | cont. | 0.15 | » | » | » | » | » |
| 15 | Canning....... | 2218 | » | 1.39 | 0.284 | » | 0.10 | » | » | » | » | » |
| 16 | — ....... | 2334 | 44 | » | 0.131 | » | 0.06 | » | » | » | » | » |
| 17 | Humahuaca.... | 750 | » | » | 0.064 | » | 0.06 | » | » | » | » | » |
| 18 | Rocamora ..... | 500 | » | » | 0.099 | » | 0.06 | » | » | » | » | » |
| 19 | Rivera ........ | 305 | » | » | » | » | 0.06 | » | » | » | » | » |
| 20 | Chiclana ...... | 3176 | » | 1.89 | 0.142 | » | » | » | » | » | » | » |
| 21 | Aráoz......... | 1382 | » | » | 0.149 | » | » | » | » | » | » | » |
| 22 | Canning....... | 1370 | » | » | » | v. | 0.076 | » | » | » | » | » |
| 23 | — ....... | 1331 | » | » | » | » | 0.06 | » | » | » | » | » |
| 24 | Río de Janeiro. | 1861 | » | » | » | » | 0.06 | » | » | » | » | » |
| 25 | Álvarez ....... | 1205 | 48 | » | 0.106 | » | » | » | » | » | 0.14 | 0.065 |
| 26 | Feder. Lacroze. | 3360 | » | » | » | v. | 0.04 | » | » | » | » | » |
| 27 | Charcas ....... | 4928 | » | 1.007 | 0.088 | » | » | » | » | » | » | » |
| 28 | Maza.......... | 1913 | » | » | » | » | » | 0.004 | » | » | » | » |
| 29 | Godoy Cruz.... | 2778 | » | 1.196 | 0.091 | » | » | 0.0006 | » | 0.105 | » | » |
| 30 | Díaz Vélez.... | 829 | » | » | 0.042 | » | 0.06 | » | » | » | 0.07 | » |
| 31 | Cabrera ....... | 5142 | » | » | » | » | » | 0.0012 | » | » | » | » |
| 32 | Directorio ..... | 281 | » | » | » | » | 0.084 | » | 0.0035 | » | » | » |
| 33 | Famatina...... | 135 | » | 0.997 | 0.152 | » | » | » | 0.0013 | 0.114 | » | » |
| 34 | Bahía Blanca... | 224 | » | » | » | 0.0012 | » | 0.0008 | 0.0024 | » | 0.065 | » |
| 35 | Chacarita...... | 2615 | » | » | » | » | 0.068 | » | 0.0016 | » | 0.053 | » |
| 36 | Famatina...... | 89 | » | 1.197 | 0.209 | » | » | » | 0.0017 | 0.138 | » | » |
| 37 | Malabia ....... | 2141 | » | 1.763 | 0.628 | » | 0.059 | » | 0.0034 | » | 0.089 | 0.037 |
| 38 | Rioja ......... | 1741 | » | 1.094 | 0.088 | v. | » | » | 0.0019 | » | » | » |
| 39 | Soler ......... | 1020 | » | » | 0.149 | » | 0.050 | 0.0002 | 0.0015 | » | 0.060 | » |

*Resultado del análisis bacteriológico*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Mala por el número de micros. | 21. | Regular. |
| 2. | — — — | 22. | Regular. |
| 3. | — — — | 23. | Regular. |
| 4. | — su calidad. | 24. | Regular. |
| 5. | Regular. | 25. | Regular. |
| 6. | Mala. | 26. | Mala. |
| 7. | Regular por la variedad de micros. | 27. | Mala. |
| 8. | Regular. | 28. | Mala. |
| 9. | Regular por la cantidad de micros. | 29. | Mala. |
| 10. | Mala. | 30. | Mala. |
| 11. | Mala. | 31. | Mala. |
| 12. | Regular. | 32. | Regular. |
| 13. | Regular. | 33. | Mala. |
| 14. | Regular. | 34. | Regular. |
| 15. | Mala. | 35. | Mala. |
| 16. | Mala. | 36. | Regular. |
| 17. | Mala. | 37. | Regular. |
| 18. | Mala. | 38. | Mala. |
| 19. | Mala. | 39. | Regular. |
| 20. | Regular. | | |

Como conclusiones generales del cuadro que antecede, se pueden sacar las siguientes :

1ª Que existe una relación estrecha entre los resultados bacteriológicos y químicos;

2ª Que las aguas que contienen más de 0,10 de cloro por mil, término medio, son malas, bacteriológicamente hablando ;

3ª Que las aguas sulfatadas, calcáreas y magnésicas son igualmente bacteriológicamente malas ;

4ª Que el límite de $N_2O_5$ que se debe admitir, varía según el conjunto de los datos analíticos.

## BREVE RESEÑA SOBRE LA GEOLOGÍA É HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA DE LA REGIÓN

Sólo trataré de la segunda napa de agua que no da origen á pozos artesianos verdaderamente dichos, pues nunca son surgentes (1).

Existe esta napa en las arenas que se encuentran debajo de la arci-

(1) *Anales de la Sociedad científica argentina* (E. Aguirre), tomo 13, página 224, año 1882.

lla roja con nódulos de calcáreos que caracteriza la formación de la pampa.

En la ciudad de Buenos Aires el espesor de la capa de arena es de veintinueve metros, y según toda probabilidad éste variará poco en otros puntos, aunque debe disminuir en dirección oeste y norte.

La arenas se encuentran con bastante cantidad de agua y sus granos son tan delgados que constituyen verdaderas arenas flúidas, teniendo más de un tercio de su volumen de agua, lo que hace adoptar como capa de agua disponible el espesor de diez metros como dato aproximado.

En cuanto á la calidad de esta agua, es excelente, como puede verse por los numerosos análisis que publico : conserva la temperatura constante todo el año (17°5), pues se encuentra á la profundidad de la temperatura invariable. El aspecto turbio que ofrece al ser extraída con mucha velocidad es debido á los granos de arena en suspensión, los cuales se depositan por el reposo y dejan un agua perfectamente límpida ; su sabor es algo alcalino por el carbonato y silicato sódicos. Al ser hervida se enturbia ligeramente, debido á la descomposición de los carbonatos de calcio y de magnesio.

Aún no se ha determinado de una manera precisa la dirección de la pendiente de estas aguas : en Mercedes el nivel del agua es de $38^{m}7$ sobre el nivel del río de la Plata, y como en la ciudad de Buenos Aires el nivel de la napa es poco elevado sobre éste (de uno á dos metros), se deduce que la *pendiente general del nivel de esta napa de oeste á este es próximamente de $0^{m}34$ por kilómetro.*

En cuanto á la variación de niveles tomados en la dirección sur á norte, pocos datos pueden utilizarse. En Chascomús el nivel es de 7 metros y en San Vicente es de $19^{m}54$ sobre el nivel del río. De consiguiente se puede admitir que la *napa tiene un nivel decreciente hacia el sur,* pero que es menos pronunciada su pendiente en éste que en la dirección oeste á este.

En general, sin tener en cuenta condiciones locales, la dirección de la línea de mayor decrecimiento de presión es de este á sudeste.

La conclusión á que llega el ingeniero Aguirre es la siguiente : que existe realmente una corriente subterránea de agua, puesto que la gran permeabilidad de las arenas flúidas haría que el nivel fuese próximamente el mismo en todos los puntos, si no hubiera una renovación constante en el agua de la napa. Esta misma permeabilidad hace que esta corriente sea relativamente considerable, dadas las diferencias de presión observadas.

El mismo autor, con los datos enumerados anteriormente, marca el nacimiento y el fin del curso subterráneo. Si se considera el espesor de arcilla pampeana que cubre las arenas, se ve que, mientras en Buenos Aires es de más de 40 metros, en Merlo disminuye á 35 metros, lo que muestra que la capa de arenas se eleva más que el suelo en esta dirección. Pronto y hacia el oeste se observa la capa de arena en la superficie del suelo, en donde forma el cordón de dunas del Bragado y Junín. De estos médanos es de donde proviene el agua de la capa de arenas flúidas que consideramos.

El agua se mantiene en estas dunas por la existencia de una capa de arcilla impermeable.

El agua que existe en la capa de arena puede provenir de las infiltraciones del agua de las dunas, ó bien ser originadas por los dos fenómenos por una misma capa permeable, cuyo nivel sea superior, de modo que en las dunas aparezca en la superficie por infiltración de abajo hacia arriba.

El ingeniero Aguirre se inclina á la primera explicación, porque la composición de las aguas de las dunas la alejan completamente, por su pureza, de todas las aguas superficiales que existen al oeste, las cuales son siempre saladas por la composición del suelo.

Con los datos anteriores el mismo autor establece la extensión de la capa de arena.

Hacia el oeste está limitada por la cadena de médanos que reciben las aguas de esta napa. Al este y al norte la napa pasa los límites de la provincia, quedando bien comprobada su existencia en toda la extensión, de modo que no hay duda acerca de su continuidad. El límite sur sólo puede delimitarse aproximadamente, porque la cadena de médanos que señala el límite oeste desaparece en la confluencia del arroyo Saladillo y el río Salado. Se encuentran algunos otros médanos al sudoeste de aquel punto, pero, á mi juicio, éstos no marcan una desviación de la cadena sino más bien otra línea de la costa algo más antigua.

El límite sur ha de ser próximamente una recta tirada desde el punto norte del cabo San Antonio hasta la confluencia del Saladillo con el Salado, aun cuando sea poco conocida la geología de esta región.

## RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA DE LA PRIMERA Y SEGUNDA NAPA

Los pozos de la primera napa, vulgarmente denominados «de balde», están cavados en el terreno pampeano que forma nuestro suelo; esta formación está constituída por una napa amarillorojiza de composición bastante uniforme. Las aguas de estos pozos provienen de las infiltraciones de las lluvias y que quedan detenidas por una capa inferior de arcilla impermeable.

La mineralización de estas aguas es muy elevada, debido á las sales que disuelve el terreno que atraviesa.

Según análisis efectuados por el doctor P. N. Arata (1), se deduce que la dureza varía dentro de límites muy extensos; se han observado seis grados hidrotimétricos en algunas muestras, mientras que en otras ha subido hasta sesenta y seis con siete (66,7) grados franceses.

La cantidad de óxido de calcio, determinado directamente, ha sido hallada superior á las cifras límites establecidas: varían de 0,03 á 0,42; mientras que el óxido de magnesio no ha sobrepasado las cifras límites.

El residuo salino, dejado por evaporación, llega hasta 3 gramos por litro y en la mayoría sobrepasa á 1,200.

Estas aguas contienen un exceso de anhidrido nítrico y la mayoría sobrepasa de 0,02.

La cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica, el amoníaco, la cantidad de cloro, etc., es realmente extraordinaria y superior á los límites admitidos por los higienistas.

El doctor Arata llega á la conclusión de que nuestras aguas de pozos (de balde) de la ciudad son malas todas ó casi todas, y que su uso debe ser proscrito de la alimentación.

No pasa lo mismo con los pozos llamados semisurgentes que su mayoría presentan aguas de buena calidad: es raro encontrarlos contaminados.

El cuadro siguiente presenta la composición química de algunas aguas de la primera napa subterránea (2):

(1) P. N. Arata, *Composición química de las aguas de consumo. Anales de la Sociedad científica argentina,* tomo 24, página 46. 1887.

(2) P. N. Arata, *Composición química de las aguas de consumo. Anales de la Sociedad científica argentina,* tomo 24, página 43.

| Dureza | | | Residuo á 100° C. | Pérdida por calcinación | Ácido nítrico | Ácido nitroso | Amoníaco | Cloro | Permanganato usado para oxidar la materia orgánica | Oxígeno usado para oxidar la materia orgánica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Total | Temporaria | Permanente | | | | | | | | |
| 13.90 | 7.95 | 5.95 | 272.0 | 164.3 | 0.000 | 0.001 | 0.0 | 85.2 | 2.586 | 0.68 |
| 12.51 | 6.355 | 6.155 | 386.5 | 207.0 | » | 0.8 | 0.0 | 49.70 | 4.266 | 1.08 |
| » | » | » | 64.00 | 29.00 | 1.2065 | 0.003 | 0.005 | 3.55 | 0.3476 | 0.088 |
| 25.774 | 22.214 | 3.56 | 65.00 | 34.00 | 0.6032 | 0.03 | 0.0 | 2.84 | 0.64 | 0.1619 |
| » | » | » | 103.5 | 52.5 | 2.413 | 1.5 | 0.05 | » | 2.592 | 0.648 |
| 12.4999 | 8.507 | 3.992 | 63.5 | 23.39 | 1.2065 | 0.0 | 0.0 | 0.426 | 0.128 | 0.032 |
| » | » | » | 235.5 | 19.5 | 1.689 | » | 47.52 | » | 1.44 | 0.36 |
| » | » | » | 237.0 | 29.0 | 1.2065 | » | 40.15 | » | 1.44 | 0.36 |
| 34.75 | 20.85 | 13.90 | 97.40 | 41.30 | 1.4478 | 0.0010 | 0.06 | 7.952 | 1.2956 | 0.328 |
| 46.321 | 39.412 | 6.908 | 84.3 | 37.5 | 0.7239 | 0.30 | rastros | 0.994 | 0.544 | 0.136 |
| 40.65 | 22.25 | 18.40 | 203.50 | 142.5 | 2.2956 | 0.012 | 0.0 | 21.30 | 1.422 | 0.36 |
| 35.6 | 22.4 | 13.20 | 222.2 | 102.5 | 2.8956 | 0.054 | 0.185 | 2.183 | 0.948 | 0.24 |
| 27.6 | 26.1 | 1.5 | 247.9 | 166.1 | 20.7962 | 0.0 | 0.0 | 0.15957 | 1.4861 | 0.3760 |
| 6.0 | 4.4 | 1.6 | 127.5 | 61.8 | » | » | » | » | 1.581 | 0.3795 |

N : gramos por 100.000.

## GENERALIDADES ACERCA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Inspeccionando el mapa adjunto y al mismo tiempo deduciendo el porcentaje de análisis malos en las diversas zonas, he podido observar que existe una relación estrecha en la ubicación, calidad de los terrenos, densidad de población, proximidad de ríos que arrastran restos de substancias orgánicas, cementerios, población fabril, etc.

En cifras redondas, el porcentaje de análisis malos se reparte así :

| | Por ciento |
|---|---|
| 1ª zona, Centro | 56.5 |
| 2ª zona, Once | 27.4 |
| 3ª zona, Boca y Barracas | 70.4 |
| 4ª zona, Patricios | 18.0 |
| 5ª zona, Almagro | 4.2 |
| 6ª zona, Caballito | 10.8 |
| 7ª zona, Flores y Santa Rita | 19.2 |
| 8ª zona, Villa Crespo | 5.7 |

| | Por ciento |
|---|---|
| 9ª zona, Villa Alvear | 28.9 |
| 10ª zona, Colegiales | 18.1 |
| 11ª zona, Belgrano | 11.3 |
| 12ª zona, Saavedra y Núñez | 7.4 |
| 13ª zona, Coghlan y Urquiza | » |
| 14ª zona, Vélez Sarsfield | 13.2 |
| 15ª zona, Liniers | 13.3 |
| 16ª zona, Villa del Parque y Devoto. | 16.9 |

La región céntrica, debido á la densidad de población y sobre todo á que ha sido el núcleo de la antigua colonización y donde se tenía la costumbre de echar los restos de la desasimilación humana á pozos ciegos, es la que da el porcentaje elevado de aguas de mala calidad. De manera que para mantener en condiciones higiénicas nuestras napas de agua semisurgente, debemos ir contra la mala costumbre del uso de los pozos ciegos, que representan un estado atrasado de la civilización, y debemos efectuar obras cloacales ó en su defecto acostumbrar á la población á establecer cámaras sépticas domiciliarias, donde los beneficios de aquella se hacen casi imposibles.

Las regiones de Boca y Barracas con población densa y fabril se hallan en el valle del Riachuelo; presentan un porcentaje de 83 y 70 por ciento de pozos con aguas de mala calidad; puede explicársele por la constitución geológica del mismo suelo y por la influencia de las infiltraciones de las aguas del Riachuelo, cuyo fondo está constituído por una capa de fango que entra en putrefacción cuando baja el nivel de las aguas.

Igualmente la zona de Villa Alvear tiene un porcentaje relativamente alto de aguas de mala calidad, debido del mismo modo á que su terreno se encuentra en el valle del Arroyo Maldonado (1).

Las demás zonas tienen una cantidad baja de aguas de mala calidad, por encontrarse su población, en general, no tan compacta, ó por su alejamiento de ríos que arrastren en suspensión y disueltas materias orgánicas.

(1) En cumplimiento de la ley 4198, se establece, por la dirección de Obras sanitarias una vigilancia diaria á los establecimientos industriales que directa ó indirectamente descargan sus líquidos industriales á cursos de agua que puedan contaminar al río de la Plata.

PRIMERA ZONA

| Caracteres físicos | Constitución, 2345-65 | Charcas, 2058 | Paseo de Julio, 1418-56 | Solís, 2040 | Constitución, 2250 | Paseo de Julio, esquina Posadas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aspecto en frío.......... | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido |
| Aspecto en caliente. .... | Lig. opalino | Lig. opalino | Lig. opalino | Lig. opalino | Lig. opalino | Lig. opalino |
| Color .................. | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Sabor. ................. | Insípido | Insípido | Insípido | Insípido | Insípido | Agradable |
| Reacción ............... | Alcalina | Alcalina | Alcalina débil | Alcalina débil | Alcalina | Alcalina |
| *Datos químicos* | | | | | | |
| Dureza total............ | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 13.0 | 16.0 | 12.0 |
| — temporaria ...... | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 |
| — permanente...... | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 1.0 |
| Residuo á 105° C........ | 0.52100 | 0.58300 | 0.4860 | 0.59600 | 0.60700 | 0.84300 |
| Cloro :................. | 0.03190 | 0.03900 | 0.05120 | 0.02420 | 0.02480 | 0.06035 |
| Amoníaco............... | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Anhidrido nítrico........ | » | » | » | » | » | 0.02500 |
| — nitroso ....... | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oxígeno cons. para oxidar la materia orgánica.... | 0.00020 | 0.00065 | 0.00035 | 0.00015 | 0.00030 | 0.00055 |

SEGUNDA ZONA

| Caracteres físicos | Armonía, 2620 | Sarmiento, 4566 | Cangallo, 3953 | Díaz Vélez, 817 | Rio de Janeiro, 1406 |
|---|---|---|---|---|---|
| Color | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Aspecto en frío | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido |
| — en caliente | — | Opalino | Opalino | Lig. opalino | Turbio |
| Olor | Inodoro | Inodoro | Inodoro | Inodoro | Inodoro |
| Sabor | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Reacción | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina |
| Residuo por reposo | Muy escaso | Regular | Nulo | Escaso | Nulo |
| Aspecto del residuo | Arenoso | Arenoso | » | Arcilloso | » |
| *Datos químicos* | | | | | |
| Residuo á 105° C | 0.5388 | 0.6206 | 0.6852 | 0.5950 | 0.4334 |
| — á 180° C | 0.5325 | 0.6194 | 0.6799 | 0.5563 | 0.4310 |
| — al rojo débil | 0.5117 | 0.5944 | 0.6637 | 0.5432 | 0.4285 |
| Dureza total | 8.0 | 16.0 | 6.0 | 10.0 | 20.0 |
| — temporaria | 7.0 | 14.0 | 4.0 | 9.0 | 16.0 |
| — permanente | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 4.0 |
| Alcalinidad | 0.34800 | 0.41810 | 0.38230 | 0.29500 | 0.31460 |
| Permanganato empleado | 0.00079 | 0.00276 | 0.00118 | 0.00158 | 0.00039 |
| Oxígeno consumido | 0.00020 | 0.00070 | 0.00030 | 0.00040 | 0.00010 |
| Cloro | 0.01775 | 0.00355 | 0.03905 | 0.03195 | 0.02130 |
| Anhidrido sulfúrico | v. | v. | v. | 0.00618 | v. |
| — nítrico | v. | 0.00937 | 0.04200 | 0.02500 | v. |
| — nitroso | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| — silícico | 0.06680 | 0.07680 | 0.06080 | 0.06520 | 0.03000 |
| Ácido sulfhídrico | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Anhidrido carbónico | 0.15587 | 0.18712 | 0.17129 | 0.13431 | 0.14096 |
| Amoníaco | v. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Óxido de calcio | 0.02680 | 0.05000 | 0.01760 | 0.02880 | 0.05750 |
| — de magnesio | 0.01009 | 0.01124 | 0.00490 | 0.00742 | 0.00230 |
| — de sodio | 0.25691 | 0.27752 | 0.34986 | 0.23851 | 0.18164 |
| — de potasio | » | 0.00198 | » | 0.02178 | » |
| — de aluminio | 0.00110 | 0.00198 | 0.00117 | 0.00390 | 0.00086 |
| — de hierro | 0.00117 | 0.00262 | 0.00202 | 0.00090 | 0.00125 |
| *Combinaciones* | | | | | |
| Silicato de aluminio | 0.00207 | 0.00372 | 0.00220 | 0.00729 | 0.00162 |
| — de sodio | 0.13383 | 0.15259 | 0.12151 | 0.12565 | 0.05944 |
| Cloruro de sodio | 0.02925 | 0.00585 | 0.06435 | 0.05265 | 0.03510 |
| Nitrato de potasio | v. | 0.01752 | 0.07855 | 0.04675 | v. |
| Carbonato ferroso | 0.00188 | 0.00422 | 0.00325 | 0.00172 | 0.00201 |
| Sulfato de calcio | v. | v. | v. | 0.01050 | v. |
| Bicarbonato de calcio | 0.07751 | 0.14461 | 0.05090 | 0.07080 | 0.16630 |
| — de magnesio | 0.03738 | 0.04102 | 0.01788 | 0.02708 | 0.00842 |
| Carbonato de sodio | 0.29643 | 0.32262 | 0.36832 | 0.25086 | 0.22531 |

SEGUNDA ZONA

| Caracteres físicos | Pavón, 3143 | Potosí, 4338 | Quito, 4019 | Río Janeiro, 302 | San Juan, esquina Castro | Rondeau, esquina Castro |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aspecto en frío | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido |
| — en caliente | Turbio | Turbio | Lig. opal. | Turbio | Turbio | Lig. opal. |
| Color | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Sabor | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Reacción | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alc. débil | Alcalina |
| *Datos químicos* | | | | | | |
| Dureza total | 15.0 | 18.0 | 9.0 | 10.0 | 14.0 | 14.0 |
| — temporaria | 14.0 | 10.0 | 8.0 | 8.0 | 9.0 | 11.0 |
| — permanente | 1.0 | 8.0 | 1.0 | 2.0 | 5.0 | 3.0 |
| Residuo á 105° C | 0.57400 | 0.36800 | 0.60800 | 0.62500 | 0.49100 | 0.54800 |
| Cloro | 0.01775 | 0.02485 | 0.03905 | 0.01775 | 0.03195 | 0.04970 |
| Amoníaco | 0.0 | v. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Anhidrido nítrico | 0.0 | v. | 0.02100 | 0.01870 | 0.05000 | » |
| — nitroso | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oxígeno cons. para oxidar la materia orgánica | 0.00060 | 0.00060 | 0.00040 | 0.00020 | 0.00025 | 0.00030 |

SEGUNDA ZONA

| Caracteres físicos | Av. La Plata, 1950 | Arte y Oficios, 872 | Brasil, 2550 | B. Mitre, 4047 | B. Mitre, 4033-37 | B.-sur-Mer, 341 | Boedo, 1811 | Caseros, 3061 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aspecto en frío | Límpido | Opalino | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido |
| — en caliente | Lig. opalino | Turbio | Lig. opalino | — | Turbio | Turbio | Turbio | Lig. opalino |
| Color | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Sabor | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Reacción | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina |
| *Datos químicos* | | | | | | | | |
| Dureza total | 8.0 | 16.0 | 14.0 | 6.0 | 22.0 | 16.0 | 3.0 | 4.0 |
| — temporaria | 6.0 | 12.0 | 9.0 | 3.0 | 19.0 | 9.0 | 15.0 | 3.0 |
| — permanente | 2.0 | 4.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | 7.0 | 15.0 | 1.0 |
| Residuo á 105° C | 0.64400 | 0.70000 | 0.55000 | 0.66000 | 0.58500 | 0.67200 | 0.58400 | 0.64500 |
| Cloro | 0.02130 | 0.02840 | 0.02485 | 0.01775 | 0.03550 | 0.03905 | 0.03550 | 0.00887 |
| Amoníaco | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | v. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Anhidrido nítrico | v. | 0.00500 | v. | 0.00625 | 0.00937 | 0.02500 | 0.01250 | 0.00937 |
| — nitroso | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oxígeno cons. para oxidar la materia orgánica | 0.00120 | 0.00020 | 0.00030 | 0.00100 | 0.00100 | 0.00040 | 0.00030 | 0.00170 |

SEGUNDA ZONA

| Caracteres físicos | Caseros, 3067 | Catamarca, 1343 | Diaz Vélez, 829 | Deán Funes, 1565 | Inclán, 1162-70 | Maza, 1913 | Medrano, 794 | Méjico, 4041 | Patagones, 3444 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aspecto en frío | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Opalino | Límpido |
| — en caliente | — | Turbio | Lig. opal. | Turbio | Turbio | Turbio | Lig. opal. | Turbio | Turbio |
| Cloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Sabor | Agradable | Agradable | Insípido | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Reacción | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina |
| *Datos químicos* | | | | | | | | | |
| Dureza total | 4.0 | 12.0 | 10.0 | 7.0 | 11.0 | 12.0 | 17.0 | 7.0 | 15.0 |
| — temporaria | 2.0 | 11.0 | 3.0 | 6.0 | 7.0 | 6.0 | 12.5 | 6.5 | 8.0 |
| — permanente | 2.0 | 1.0 | 7.0 | 1.0 | 4.0 | 6.0 | 4.5 | 0.5 | 7.0 |
| Residuo á 105° C | 0.47500 | 0.60600 | 0.46100 | 0.58700 | 0.62700 | 0.62300 | 0.58600 | 0.60500 | 0.31900 |
| Cloro | 0.01420 | 0.01420 | 0.02800 | 0.03905 | 0.05680 | 0.05680 | 0.01065 | 0.01775 | 0.01420 |
| Amoníaco | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Anhidrido nítrico | v. | 0.02500 | » | 0.02500 | 0.02500 | 0.05900 | v. | 0.00500 | 0.02500 |
| — nitroso | 0:0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oxígeno cons. para oxidar la materia orgánica | 0.00010 | 0.00010 | 0.00015 | 0.00130 | 0.00040 | 0.00040 | 0.00090 | 0.00015 | 0.00070 |

TERCERA ZONA

| Caracteres físicos | Aconcagua, 167 | Labardén, 1047 | Luna, 174 | Manuel García 297 | Pavon, 3143 | Luca, 1872 | Tarija, 3752 | Famatina, 155 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aspecto en frío ............... | Transparte | Opalino | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido |
| — en caliente............ | Lig. opalino | Turbio | Turbio | Turbio | Turbio | Turbio | Turbio | Lig. opalino |
| Color........................ | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Sabor........................ | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Reacción .................... | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina |
| *Datos químicos* | | | | | | | | |
| Dureza total.................. | 4.0 | 10.0 | 12.0 | 9.0 | 15.0 | 12.0 | 6.0 | 5.0 |
| — temporaria ............ | 2.0 | 7.0 | 11.5 | 9.0 | 14.0 | 6.0 | 5.0 | 3.0 |
| — permanente............ | 2.0 | 3.0 | 0.5 | 0.0 | 1.0 | 6.0 | 1.0 | 2.0 |
| Residuo á 105° C ............. | 0.73200 | 0.62500 | 0.48200 | 0.58000 | 0.57400 | 0.53000 | 0.53600 | 0.83160 |
| Cloro......................... | 0.01597 | 0.03905 | 0.02130 | 0.02840 | 0.01775 | 0.02485 | 0.01775 | 0.09580 |
| Amoníaco...................... | 0.0 | v. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | v. | 0.0 |
| Anhidrido nítrico ............ | v. | v. | v. | 0.00500 | 0.0 | 0.04200 | 0.02300 | 0.00750 |
| — nitroso............ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | v. | 0.0 |
| Oxígeno cons. para oxidar la materia orgánica .............. | 0.00130 | 0.00120 | 0.00020 | 0.00010 | 0.00060 | 0.00080 | 0.00170 | 0.00050 |

TERCERA ZONA

| Caracteres físicos | Vélez Sarsfield y Los Patos | Vélez Sarsfield, 676 | Uspallata esquina Monteagudo | Dulce, 770 | Amancio Alcorta y Lezama | Brandsen, 935-43 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aspecto en frío | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido |
| — en caliente | Turbio | Turbio | Turbio | Opalino | Turbio | Turbio |
| Color | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Sabor | Insípido | Agradable | Agradable | Salino débil | Agradable | Agradable |
| Reacción | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina |
| *Datos químicos* | | | | | | |
| Dureza total | 13.0 | 3.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 5.0 |
| — temporaria | 8.0 | 2.0 | 9.5 | 7.0 | 9.0 | 4.5 |
| — permanente | 5.0 | 1.0 | 1.5 | 4.0 | 2.0 | 0.5 |
| Residuo á 105° C | 0.69400 | 0.57000 | 0.88300 | 1.06700 | 0.78200 | 0.77480 |
| Cloro | 0.10290 | 0.01775 | 0.03550 | 0.11000 | 0.09910 | 0.03905 |
| Amoníaco | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Anhidrido nítrico | 0.05000 | v. | 0.00937 | » | » | 0.0 |
| — nitroso | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oxígeno cons. para oxidar la materia orgánica | 0.00035 | 0.00075 | 0.00090 | 0.00095 | 0.00040 | 0.00080 |

CUARTA ZONA

| Caracteres físicos | Lynch y Teuco | Lynch, entre Sáenz y Romero | Beazley, entre Teuco y Salí | Patagones, 3444 |
|---|---|---|---|---|
| Color | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Aspecto en frío | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido |
| — en caliente | límpido | Lig. opalino | Lig. opalino | límpido |
| Olor | Inodoro | Inodoro | Inodoro | Inodoro |
| Sabor | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Reacción | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina |
| Residuo por reposo | Muy escaso | Escaso | Nulo | Escaso |
| Aspecto del residuo | Arenoso | Arenoso | » | Arc. arcillosa |
| *Datos químicos* | | | | |
| Residuo á 105° C | 0.7194 | 0.6472 | 0.8340 | 0.6036 |
| — á 180° C | 0.7132 | 0.6449 | 0.8269 | 0.6015 |
| — al rojo débil | 0.7032 | 0.6430 | 0.8192 | 0.5928 |
| Dureza total | 3.0 | 6.0 | 5.0 | 2.0 |
| — temporaria | 2.0 | 4.0 | 5.0 | 1.5 |
| — permanente | 1.0 | 2.0 | 0.0 | 0.5 |
| Alcalinidad | 0.46500 | 0.43370 | — | 0.39940 |
| Permanganato empleado | 0.00316 | 0.00079 | 0.00079 | 0.00118 |
| Oxígeno consumido | 0.00080 | 0.00020 | 0.00020 | 0.00030 |
| Cloro | 0.00710 | 0.01775 | 0.02130 | 0.01420 |
| Anhídrido sulfúrico | 0.00206 | 0.01236 | 0.02609 | v. |
| — nítrico | 0 | v. | v. | 0.00250 |
| — nitroso | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — silícico | 0.09280 | 0.06280 | 0.06040 | 0.07100 |
| Ácido sulfhídrico | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Anhídrido carbónico | 0.20836 | 0.39428 | 0.25588 | 0.17895 |
| Amoníaco | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oxido de calcio | 0.00400 | 0.00360 | 0.00400 | 0.01340 |
| — de magnesio | 0.00519 | 0.00375 | 0.00086 | 0.00209 |
| — de sodio | 0.38227 | 0.34798 | 0.43335 | 0.31934 |
| — de potasio | — | — | 0.02394 | — |
| — de aluminio | 0.00040 | 0.00100 | 0.00286 | v. |
| — de hierro | 0.00262 | 0.00042 | 0.00393 | 0.00320 |
| *Combinaciones* | | | | |
| Silicato de aluminío | 0.00075 | 0.00188 | 0.00539 | v. |
| — de sodio | 0.18795 | 0.12588 | 0.11764 | 0.14434 |
| Cloruro de sodio | 0.01170 | 0.02920 | 0.03510 | 0.02340 |
| Nitrato de potasio | » | v. | v. | 0.00467 |
| Carbonato ferroso | 0.00422 | 0.00550 | 0.00351 | 0.00515 |
| Sulfato de calcio | 0.00350 | 0.01359 | 0.00971 | v. |
| — de potasio | — | — | 0.04432 | |
| Bicarbonato de calcio | 0.00740 | — | — | 0.03875 |
| Sulfato de sodio | | 0.00775 | — | — |
| Bicarbonato de magnesio | 0.01894 | 0.01368 | 0.00315 | 0.00763 |
| Carbonato de sodio | 0.47961 | 0.45322 | 0.60680 | 0.39562 |

QUINTA ZONA

| Caracteres físicos | Campichuelo, 814 | Campichuelo, 824 | Gaona, 505 | Gaona, 583 |
|---|---|---|---|---|
| Color | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Aspecto en frío | Límpido | Lig. opalino | Lig. opalino | Transparente |
| — en caliente | Opalino | Opalino | Opalino | Opalino |
| Olor | Inodoro | Inodoro | Inodoro | Inodoro |
| Sabor | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Reacción | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina |
| Residuo por reposo | Regular | Escaso | Escaso | Escaso |
| Aspecto del residuo | Arcilloso | Arcilloso | Arc.-arenoso | Arcilloso |
| *Datos químicos* | | | | |
| Residuo á 105° C | 0.5924 | 0.5793 | 0.6200 | 0.4896 |
| — á 180° C | 0.5873 | 0.5664 | 0.5987 | 0.4801 |
| — al rojo débil | 0.5616 | 0.5604 | 0.5898 | 0.4786 |
| Dureza total | 10.0 | 11.0 | 12.0 | 6.0 |
| — temporaria | 9.5 | 10.5 | 11.0 | 4.5 |
| — permanente | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.5 |
| Alcalinidad | — | — | 0.32200 | — |
| Permanganato empleado | 0.00118 | 0.00039 | 0.00039 | 0.00118 |
| Oxígeno consumido | 0.00030 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00030 |
| Cloro | 0.01775 | 0.02840 | 0.01420 | 0.01065 |
| Anhídrido sulfúrico | 0.05424 | 0.05150 | 0.03365 | 0.02433 |
| — nítrico | 0.00937 | v. | 0.02500 | 0.0 |
| — nitroso | 0.0 | v. | 0.0 | 0.0 |
| — silícico | 0.06080 | 0.05520 | 0.06480 | 0.05960 |
| Ácido sulfhídrico | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Anhidrido carbónico | 0.13726 | 0.17245 | 0.14441 | 0.12240 |
| Amoníaco | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oxido de calcio | 0.02880 | 0.08400 | 0.04160 | 0.01703 |
| — de magnesio | 0.00497 | 0.00331 | 0.01484 | 0.00182 |
| — de sodio | 0.25364 | 0.20578 | 0.23268 | 0.24530 |
| — de potasio | 0.02356 | — | 0.02175 | v. |
| — de aluminio | 0.00200 | 0.00110 | 0.00688 | 0.00136 |
| — de hierro | 0.00108 | 0.00206 | 0.00112 | 0.00073 |
| *Combinaciones* | | | | |
| Silicato de aluminio | 0.00376 | 0.00207 | 0.01295 | 0.00256 |
| — de sodio | 0.12002 | 0.11025 | 0.11939 | 0.13626 |
| Cloruro de sodio | 0.02925 | 0.04680 | 0.02340 | 0.01134 |
| Nitrato de potasio | 0.01752 | v. | 0.04675 | — |
| Carbonato ferroso | 0.00174 | 0.00328 | 0.00180 | 0.00115 |
| Sulfato de calcio | 0.05992 | 0.08755 | 0.05720 | 0.04136 |
| — de potasio | 0.02855 | — | — | — |
| Bicarbonato de calcio | — | 0.13866 | 0.05219 | — |
| — de magnesio | 0.01813 | 0.01203 | 0.05415 | 0.00664 |
| Cloruro de potasio | — | — | — | v. |
| Carbonato de sodio | 0.30283 | 0.21360 | 0.27287 | 0.28423 |
| Nitrito de sodio | — | v. | — | — |

SEXTA ZONA

| Caracteres físicos | Amambay, 82 | Artes y Oficios, 872 | Bogotá, 102 | Chubut, 150-58 | Parque del Centenario | Campichuelo, 830 | Gaona, 519-25 | Directorio 332-48 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aspecto en frío.... | Transparente | Opalino | Transparente | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido | Límpido |
| — en caliente. | Lig. opalino | Turbio | Turbio | Lig. opalino | Lig. opalino | Lig. opalino | — | Lig. opalino |
| Color............. | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| Sabor............ | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Reacción.......... | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina | Alcalina |
| *Datos químicos* | | | | | | | | |
| Dureza total....... | 6.0 | 16.0 | 6.0 | 7.0 | 13.0 | 13.0 | 10.0 | 7.0 |
| — temporaria. | 3.0 | 12.0 | 3.0 | 2.0 | 8.0 | 9.5 | 3.0 | 5.0 |
| — permanente. | 3.0 | 4.0 | 3.0 | 5.0 | 5.0 | 3.5 | 7.0 | 2.0 |
| Residuo á 105° C... | 0.44400 | 0.70000 | 0.53500 | 0.43500 | 0.49700 | 0.61800 | 0.65800 | 0.68850 |
| Cloro............. | 0.01775 | 0.02840 | 0.01775 | 0.03190 | 0.02130 | 0.01420 | 0.01065 | 0.01775 |
| Amoníaco.......... | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Anhidrido nítrico.. | 0.0 | 0.00500 | 0.00937 | — | — | v. | v. | 0.03400 |
| — nitroso.. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Oxígeno cons. para oxidar la materia orgánica........ | 0.00040 | 0.00020 | 0.00030 | 0.00015 | 0.00045 | 0.00030 | 0.00100 | 0.00010 |

*(Continuará.)*

# EXPEDICIÓN AL IBERÁ

MAYO-OCTUBRE DE 1910 (1)

---

*Á mi querido profesor el doctor Ángel Gallardo dedico este trabajo muy afectuosamente.*

Parecería que en el año y medio transcurrido desde que finalizó la expedición hubiera habido tiempo sobrado para redactar y presentar este informe. Es ese un error que todos aquellos que hayan tenido que hacer investigaciones comprenderán. No existe todavía aquí una oficina bibliográfica que pueda suministrar en poco tiempo las consultas indispensables á cualquier estudio detenido y yo no he podido residir en la Capital todo el tiempo suficiente como para proveerme de las notas que había menester.

Darwin, y antes que Darwin D'Orbigny, emplearon siete años en dar á luz la parte geológica de sus viajes y esos eximios naturalistas contaron en sus expediciones con grandes elementos y en la elaboración de sus informes con el concurso de museos y colaboradores célebres, verdaderos especialistas.

Estimo, pues, que este es un informe presentado *demasiado pronto* y lo considero preliminar. Quedo ligado moralmente á una cantidad

(1) La presente memoria tiene por objeto fijar el estado actual de los conocimientos con respecto al Iberá.

Es el fruto de la expedición efectuada por iniciativa y bajo la organización de la Sociedad científica argentina durante el centenario de nuestra iniciación á la independencia nacional.

Su espíritu es el de satisfacer la pública curiosidad y de responder á las demandas científicas con soluciones ó con problemas nuevos.

Su principal deseo es ser fecunda.

de problemas que se han planteado en la expedición y como consecuencia de ella, mi tarea será, entre otras, tenerme constantemente al corriente de la marcha de esos problemas y hacerlos conocer. Así, pues, espero ir llenando en lo sucesivo los grandes blancos que tienen los quince puntos que se me dieron como base y los otros que me agregué yo *motu proprio.*

Agradezco de todo corazón las atenciones que tuvieron conmigo el ingeniero Vicente Castro, presidente, y los demás señores de la comisión directiva de la Sociedad científica argentina y el señor Juan Botto, gerente ; la buena camaradería que me dispensaron siempre el jefe de la expedición, comandante Uhart, y los miembros de ella, señores ingeniero Armando Esteves y Ernesto Rufer. Este último ha sido en todo momento el verdadero brazo de la exploración y es para mí un placer y un deber dejar constancia de su nombre con los títulos honrosos que ha adquirido.

Me ha parecido interesante traducir algunos capítulos de Azara, de la obra de Walkenaer, y de D'Orbigny, en lo que se relaciona á Corrientes y en especial al Iberá. De Azara es la hipótesis de que la *depresión* del Iberá y el río Corrientes son el antiguo cauce del Paraná y D'Orbigny ha entrado á los esteros por la parte noroeste.

Es deber de probidad y de información el citarlos. Además, esas citaciones nos completan, por cuanto nuestra exploración sólo comprende las partes sudoeste, sud centro y sudeste.

La forma como se ha llevado á cabo la expedición tiene un interés especial por servir de experiencia útil á otras expediciones futuras. Pocas habrán de hacerse de la índole de la nuestra en nuestro propio territorio, si no es repetir la del Iberá para integrar sus resultados y las que se efectuarán en el Chaco y Formosa por el Bermejo y el Pilcomayo especialmente, que tiene el problema inmediato del estero Patiño, obstáculo á una gran corriente comercial con Bolivia. Pero son muchas las que habrán de llevarse á cabo en toda la depresión sudamericana, desde el Orinoco al Paraguay. En éste los Xarayes son un sitio indicado para exploraciones y los ríos afluentes del Amazonas han sido muy poco estudiados. Toda esa ignorancia geográfica sorprende con razón, aunque tiene sus excusas y atenuantes. La América meridional es el continente menos y quizás peor conocido del mundo.

He dispuesto la memoria en orden cronológico, lo que es más natural y creemos más acertado. Esa disposición me permite dar cuenta del empleo de todos los días, lo que demostrará la forma co-

mo se llevó á cabo el viaje. Su lectura inducirá á pensar lo que deba imitarse y sugerirá lo que haya que evitar, si las circunstancias colocaren alguna vez á alguien en semejanza de condiciones.

No hay en todas ellas sino observaciones incompletas hechas al acaso y extendidas luego por gente lamentablemente ignorante, por lo tanto sugestionable, y en muchos casos creencias transmitidas de generación en generación cuyo origen sería interesante indagar. La materia médica está en pleno siglo XVI, en los tiempos de Porta y la teoría de los señalamientos. Las virtudes de las cicadas y otros hemípteros homópteros macrópteros en los catarros sibilantes y de las plantas lactíferas como afrodisiacos, son acabados ejemplos de esa curiosa farmacopea.

En algunos casos hemos podido dar con los orígenes españoles de tales creencias. En otros deben ser ellas productos puramente guaraní. El sangre grado *(Crattou succirubrus, fide Parodi)* no es más que una corrupción de sangre de drago y su fama como vulnerario le viene seguramente á través de los misioneros ó de los segundones conquistadores.

Hay cosas de folk-lore dignas del *De Viribus Herbarum* de Macer Floridus. La última parte encierra las conclusiones y los puntos que merecen posteriores estudios.

## LA EXPEDICIÓN. SU PREPARACIÓN

Es necesario explicar, en bien de la claridad causal de muchas faltas que puedan descubrirse más tarde en la preparación del viaje, cómo fuimos á él.

En una de esas libretas está, *in extenso,* lo concerniente á la preparación de la exploración y mucha experiencia que puede aprovechar á terceros, si hubieran éstos de pasar por las circunstancias porque hemos pasado. De memoria, pues, y para explicar nuestra presencia en la expedición, van algunas líneas indispensables.

Bien meditados el pro y el contra de nuestra partida, escribimos á nuestro querido maestro el doctor Ángel Gallardo, solicitando de él detalles sobre los proyectos de la Sociedad científica y pidiéndole al mismo tiempo nos hiciera el honor de gestionarnos un puesto en la expedición.

Nos escribió de Mar del Plata alentándonos en la idea y remitiéndo-

nos una carta de presentación para el presidente de la Sociedad científica, que lo era á la sazón el señor ingeniero Vicente Castro.

Nos pusimos en seguida en viaje para Buenos Aires, nos entrevistamos con el señor presidente, quien nos acogió amablemente y nos anunció que desde ya quedábamos incluídos en el personal directivo de la exploración, agregando que tendríamos la segunda jefatura, la parte correspondiente á estudios de ciencias naturales, la sanidad de los miembros de la expedición y la fotografía y que tomáramos las providencias que creyéramos necesarias al buen desempeño de nuestra misión.

El honor nos plugo, la distinción nos agradó, pero la noticia desbarató nuestros planes. No habíamos entendido una responsabilidad tan grande al formular nuestro pedido. Creíamos que alguna autoridad científica tomaría el puesto que se nos señalaba, y que nosotros seríamos agregados á ella como secretario ó ayudante. Explicando ese punto, se nos dijo que nadie iba, *nadie quería* ó *podía* ir. Estábamos, pues, en un dilema. Aceptar ó rehusar. Aceptamos. Nos decidió el pensar que ningún argentino se presentaba para contribuir con su persona física é intelectual á la solución de un problema tan nuestro como ese de la Iberá. Hicimos cuestión de deber y de honor y dimos el sí. Lo único que lamentamos sinceramente es que no hayan querido ó podido aceptar otros más capaces el puesto que ocupamos en aquel entonces.

Era necesario partir cuanto antes. La noticia había sido dada por los diarios, no podía rectificarse. La expedición era un número del programa del Centenario.

En los primeros días subsiguientes conocí al jefe de la expedición, entonces mayor Pedro Uhart, y cambiamos ideas respecto á ella. Todavía no se estaba seguro de obtener un vapor del ministerio de Obras públicas, de poco calado, y era apremiante buscar medios propios de transporte. Pensaba intentar la entrada á los esteros por el río Corrientes, adoptando el sabio y experimentado consejo del señor ingeniero, senador por Corrientes, don Valentín Virasoro, cuya acción logró que la exploración se realizara.

Así, pues, en los primeros días de marzo sólo sabíamos que iríamos en barcos que faltaba conseguir. Hubo que renunciar á la colaboración del ministerio de Guerra, en tropa y en armas, porque no se hizo efectivo el ofrecimiento, si es que lo hubo. El ministerio de Obras públicas nos facilitó un poco de material que detallamos más adelante. El señor Lavarello, jefe de las instalaciones y depósitos de dicho mi-

nisterio, hizo todo lo posible por satisfacer nuestro pedido y nos cumple tributarle aquí nuestro agradecimiento.

En esos días conocimos al ingeniero Armando Esteves y al señor Ernesto Rufer que debían acompañarnos, el primero como ingeniero topógrafo y el segundo como ayudante. El ingeniero Esteves, en esos apurados días en que era necesario disponer el plan, buscar los elementos y activarlo todo, tomó á su cargo el aprovisionamiento de la expedición; y más tarde, en el curso de ésta, tuvimos repetidas ocasiones de celebrar su pericia en esas delicadas funciones de furrier. En cuanto al señor Rufer, entró en seguida en el papel el de ayudante complejo, y hasta el fin de la expedición su concurso nos ha sido irreemplazable.

En la Sociedad científica se nos entregó un pliego, cuya copia opinamos deber incluirse en esta memoria, conteniendo consideraciones generales y los puntos ó problemas cuya solución debíamos encontrar ó resolver.

Insistiremos en esto: más que en ciencia alguna, cuando se planteen problemas de ciencias naturales y se organicen expediciones para resolverlas, un gran número de especialistas deben discutir largamente todos los puntos, y los expedicionarios hacerse de una preparación al máximo en los tópicos requeridos. Recién ahora estaríamos en condiciones de organizar una fecunda exploración científica de la región iberana, y de hacerlo pediríamos un plazo suficiente que quizás sumara muchos meses. Á pesar de haber traído un material científico reducidísimo, su estudio sólo está comenzado.

En esos días fuimos á buscar opiniones y consejos del director del Museo nacional, el sabio doctor Ameghino. Su opinión era franca en lo referente á fósiles: *Es casi seguro que nada podrán hallar en los esteros por donde deben ir, y ese problema del terciario sólo puede resolverse acabadamente con fósiles.*

Solicité de él un preparador. El personal del museo era reducido y sólo suficiente para las necesidades de conservación, debido á la cesación de trabajo á causa del estado ruinoso de la casa. El doctor Ameghino, á pesar de esos inconvenientes, nos ofreció un preparador, con la condición de que el material que se lograra fuera propiedad del museo. Consultado el punto en la dirección de la Sociedad científica, no se nos autorizó en conformidad. Se creía que la expedición sería fructífera en su parte cinegética al menos y que ésta podría compensar los gastos originados y se exigía que todas las colecciones fueran á la sociedad para su ulterior destino. El doctor

Ameghino, aceptada la reserva de las colecciones, nos facilitó un preparador, que quedaría bajo nuestra absoluta dirección y cuyas funciones serían ejecutar lo que le ordenásemos. La elección del trabajo quedaba á nuestro criterio.

Las condiciones eran inmejorables. Sabíamos muy bien que la única forma eficaz para que se hicieran colecciones y para que éstas se estudiaran, era la de la participación del personal del museo directamente en la exploración y el envío de todo el material reunido al museo ; un preparador ocasional, cazador de profesión, debía resultar de gobierno difícil, como la experiencia nos demostró que así debía haber sucedido. Debíamos prever circunstancias en las que el preparador debía seguir colectando, alejado de nosotros, y fuera capaz de llevar observaciones y recabar los datos según nuestro criterio. Tal ayudante fué incontrable. La dirección del museo nos recomendó un preparador ornitólogo, haciendo todo lo posible por ayudarnos. Perdimos tres días en gestiones y avenencias y no pudimos ponernos de acuerdo con ese señor por exigir un sueldo de trescientos cincuenta pesos mensuales, líquidos, y por no avenirse á un convenio de obediencia absoluta. En condiciones como las de nuestra exploración, en que se ha de vivir en espacios reducidos, incómodos, molestos, alejados del mundo por mucho tiempo, con personas que nos manden y con personas á quienes mandemos, si no existe una disciplina férrea, militar, el avenimiento sólo puede efectuarse mediante recíproca buena voluntad y cualquier *roce* expone á hacer fracasar la dedicación paciente de todo lo hecho con anterioridad.

Faltándonos, pues, el concurso de un preparador profesional, nos decidimos á llevar un amigo de infancia, á quien enseñaríamos en la expedición misma, en Esquina, durante la preparación definitiva, el arte difícil y polivalente del colector y preparador. Nos decidió á esa elección del señor Tinao el hecho de ser éste regular fotógrafo. La fotografía tenía una importancia capital, como que sería los documentos y la firma de autenticidad, digamos, y lo que permitiría extender el conocimiento de esas regiones hasta entonces inexploradas. Nada nos hubiera sido más grato que llevar un fotógrafo anexado, quien operara, bajo nuestra dirección, y el señor Tinao hubiera tenido harta tarea con sólo el cuidado de sacar las vistas.

Cuando contamos con la colaboración del señor Tinao Planes ya habíamos preparado la parte fotográfica, para la que éramos absolutamente ignorantes, debido á la amabilidad del señor secretario de la

Escuela industrial de la nación y jefe del laboratorio de fotografía de la Facultad de ciencias, don Luis Navarro, quien se tomó una gran faena para ponernos en condiciones de poder afrontar siquiera el porte y uso de los aparatos.

Era poco, pero era lo más compatible con el contado y apurado tiempo de que disponíamos. Como se verá en las listas, llevábamos *placas*. Los «Films Poeks» introducidos recién entonces á Buenos Aires y ensayados en la máquina elegida no nos dieron resultado, casi seguramente por nuestra impericia. Optó, pues, el señor Navarro por las placas. Su peso y acondicionamiento fueron causa de trastornos. Muchas docenas de vistas se han malogrado. Hubo ocasión en que casi debió arrojarse todo al estero, lo que no hubiera sucedido con películas livianas. Así, ahora, y sin ser de ningún modo fotógrafo, queremos aconsejar muy *insistentemente* á los exploradores el uso de films ó películas con exclusión de placas. Una comodidad es un éxito. Y cuando hay que contar el milímetro y el gramo *a fortiori*.

Considerando la gran utilidad que reportará el conocimiento de un botiquín de campaña, indicamos en esta memoria el que llevamos con sus preferencias para el uso y su costo, lo que puede facilitar la preparación de expediciones similares. Lo debemos á la amabilidad del señor profesor don Augusto Scala, á quien expresamos nuestro profundo agradecimiento. Ese botiquín hizo sus pruebas concluyentes y lo recomendamos sin reservas. En un viaje posterior al Chaco con las tropas al mando del coronel Rostagno, hemos tenido la oportunidad de lamentar la mala disposición de los botiquines militares en aquellas regiones. Había cosas de sobra, embarazosas, y faltaba lo esencial. Estamos seguros que ese botiquín sería inmejorable para las tropas de todo nuestro norte y este.

Recomendamos que los medicamentos en sellos lo sean en sellos de los más chicos, compatibles con las proporciones ó dosificación que deban contener y que se tomen las precauciones generales, entre otras las de tenerlos en frascos de vidrio herméticamente cerrados y que el cierre haya sido hecho en ambiente seco.

Nuestra intención constante ha sido escribir una memoria *completa* sobre el Iberá y sobre todo lo que hemos hecho ó debido hacer en él; pero nos hemos convencido, después de oir atinados y amistosos consejos, y á poco andar en el principio de la realización de ese afán, que tal empresa era sobrada, hoy por hoy.

Y habrá que consultarse, si no la bibliografía completa — que trataremos de incluir al final tal como nos sea posible — por lo menos

las dos entregas de estos *Anales :* la correspondiente al mes de noviembre de 1910, entrega V, tomo LXX, donde se encuentran las consideraciones preliminares á la exploración, debidas á la hábil y penetrada pluma del señor ingeniero Santiago E. Barabino; y la de octubre de 1911, entrega IV, tomo LXXII, que contiene la *Memorias del viaje de exploración á los esteros del Iberá,* por el hoy comandante Pedro Uhart, nuestro jefe en aquella exploración.

Hubiera convenido doblar el número de ampollas de cafeína, el de los sellos de quinina, la tintura de yodo, sextuplicar las pinzas de Péan y suprimir la vaselina creolinada que llevábamos para ensayarla contra los mosquitos; la naftalina y el bufach no nos fueron de ninguna utilidad en las condiciones especiales de nuestra expedición.

En cuanto á los frasquitos y tubitos con tapa de aluminio, su utilidad es grandísima para el coleccionista. Ellos le permiten separar convenientemente las especies ó lo que á su criterio crea deber separar, y la facultad que tienen esos frascos y tubos de contener y retener líquidos le permite gran elasticidad de acción. Un rótulo que se pega como una estampilla, con las indicaciones necesarias para referirse á las notas de las libretas, debe acompañarlos siempre.

En cuanto al jabón arsenical, nos resultó inútil. Se notará su crecido peso. Eso respondía al mismo criterio que nos hizo excedernos en el número de armas y de cartuchos.

Á pesar de toda la mejor voluntad y de la más decidida colaboración de los compañeros y cualesquiera que fueran las bases en que reposaba nuestra preparación y actividad, era imposible llegar á la especialización de esa enciclopedia que se nos confió y que sin embargo aceptamos. Es bueno que alguien acepte las responsabilidades por grandes que sean, y la crítica que viene luego irremediablemente es injustificada cuando no pasa á ser cruel; pero, después de todo, tiene provecho dar á conocer medios de perfeccionamiento. Tales consideraciones la hacen soportable. Es además un deber de conciencia la franqueza en confesar llanamente los errores. Constatar un error y saber donde anda, es casi evitarlo. Esa franqueza no va sin mucha desazón del pensamiento. Por eso, aunque sólo fuera por eso, merece la magnanimidad del ajeno juicio, cuando no se comprende su justicia.

Esos recipientes de zinc, que hicimos hacer de medidas progresivamente decrecientes para la facilidad del transporte, dado que iban

*enchufados* unos en otros, destinados sobre todo á fauna hidrocola en nuestra intención y también para poder traer animales enteros para el estudio de su anatomía y régimen alimenticio, etc., lo que es importante en economía zoológica, que han de salir del embalsamiento y la clasificación puros y simples. Como tantas excelentes intenciones y proyectos no tuvieron el uso á que se los destinaba, por falta de colecciones, sino en dos ocasiones, la una para roedores de Paso Claro y la otra para aves, que conservamos en agua formolizada, de lo que se hablará á su tiempo.

Se nos había recomendado para los recipientes bordes de aletas, de modo que la tapa, siendo mayor que la proyección de aquél, venía á quedar soldada dos veces; pero esa disposición no nos resultó la más cómoda ni siquiera la más eficaz; el zinc, siendo quebradizo cuando se lo somete á fuerzas que lo obliguen á girar de muchos grados sobre un eje de su propio plano inicial. Así, quebrósenos el borde de la aleta que debía plegarse y resoldarse á la tapa. Pero ese sistema peligroso para el zinc será más práctico para la hojalata.

Conviene que el recipiente tenga una ala pero interna, sobre la que va soldada la tapa cuya sección es menor y no mayor que la del primer sistema. Esa sección menor y el ala tienen por objeto evitar las mínimas resistencias de las soldaduras de borde.

En cuanto á su empleo, eso es de la técnica del preparador y su lugar no cabe aquí desde que nada especial hay que recomendar. El libro *El joven coleccionista de historia natural en la República Argentina,* del doctor Eduardo L. Holmberg, será de utilidad á los no especialistas y aun á éstos. Libros con ese objeto los hay en abundancia en alemán, inglés y francés.

Incluímos una fórmula interesante destinada á conservar lo que los naturalistas llamamos *pleuston* y *plankton,* es decir, los seres, tanto zoológicos como botánicos que viven desde la superficie del agua hasta el fondo de ella, y que en general se entienden para los animales, desde los pequeños crustáceos hasta los microorganismos, y para las plantas, las algas inferiores, cuya presencia é incremento son funciones de las coordenadas geográficas, de la estación, del tiempo, de la naturaleza de las aguas, etc., y cuya existencia se liga á la de seres superiores, por ciclos cada vez más desarrollados; de ahí su importancia en piscicultura general. Es un capítulo interesantísimo de la hidrobiología general, en especial de la limnología ó estudio de lagunas y pantanos. Si llegara á tener un próximo día en

nuestro país importancia económica la piscicultura tan descuidada hoy, no hay duda que las divisiones de biología aplicada del ministerio de Agricultura tuviera que hacer una repartición aparte y completa para el estudio del *plankton* y su importación si fuera necesario tal como es, en otro campo de la biología práctica, la agricultura, la repartición de entomología aplicada. Á la agricultura la completa la hidrocultura.

En cuanto á las trampas, en las que debían ir cebos variados, uno de los cuales, excelente, es la semilla del zapallo, se destinarían á la caza de roedores, grupo rico en especies y que aún en Europa, en los alrededores de París ó Berlín donde podía creerse catalogada ya la fauna, dieron especies nuevas cuando los naturalistas americanos Hiller y Palmer emprendieron la tarea de revisión de los glires, para el catálogo de éste. Esperábamos, pues, con mucho fundamento novedades en el grupo roedor. Si el resultado no fué el esperado, el convencimiento queda. Es de desear que alguien tome esa tarea de sistematizar nuestros roedores del litoral. Si su estudio pudiera hacerse conjuntamente con la parasitología, pues sabida es la importancia de los roedores como huéspedes intermediarios en ciclos parasitarios que comprenden esos y otros órdenes, el resultado sería doblemente interesante y aumentaría la cosecha de la biología, á la que tanto debe la humanidad. Después de todo, el estudio de las ciencias naturales no se queda en la morfología sino el tiempo necesario para reconocer las estaciones del dinamismo de la vida. Y su objeto final es conocer la economía del universo. Á esa obra hace colaborar á todas las demás ciencias. De ahí que su adelanto está en el adelanto de sus coloboradoras.

He aquí la buena fórmula que sevirá cuando se quieran conservar muestras de aguas con el fin de su estudio biológico, es decir, el *plankton*.

| | |
|---|---|
| Formol ........................ | 1 c. c. |
| Glicerina........................ | 50 — |
| Agua destilada .................. | 500 — |

Se llenarán los recipientes hasta la mitad con el líquido conservador agregándose las aguas que se tengan en vista, cerrando y cubriendo con parafina después de haber puesto un trocito de alcanfor.

Si se quisieran conservar trozos de vegetales, en especial algas clorofíceas, he aquí una excelente fórmula que debemos al profesor señor Augusto Scala :

| | | |
|---|---|---|
| Sulfato de cobre............... | 5 | gramos |
| Ácido acético puro............. | 10 | c. c. |
| Agua alcanforada.............. | 750 | — |
| Glicerina pura................. | 50 | — |

Una última recomendación: procúrese siempre frascos de sección recta, de tapa ancha y esmerilada. La forma permitirá disponerlos cómodamente y clasificarlos en cajas, por series. La diminución del peso y la del volumen deben ser puntos cardinales de todo expedicionario.

El ministerio de Obras públicas nos cedía lo que, á nuestro juicio, creyéramos necesario y estuviera en sus depósitos.

## EN VIAJE

Arregladas las cosas, de la mejor manera que nos fué posible hacerlo en tan corto tiempo disponible, convinimos con el mayor Uhart que el señor Rufer y nosotros nos adelantaríamos á los demás miembros, que lo eran el jefe, el ingeniero Esteves y el señor Tinao, y nos reuniríamos en Esquina, donde debíamos empezar á organizar la expedición, buscando los elementos cuya lista llevábamos y que debíamos reunir de conformidad á las circunstacias.

Teníamos la seguridad, después de indagar con detención, que el puerto de Esquina nos podría proveer de las balandras necesarias y de la peonada que requería la organización proyectada. Los bultos conseguidos en Buenos Aires se nos consignarían á Esquina. Allí nos adelantaríamos en todo lo posible, para ganar tiempo en una situación difícil y de gran responsabilidad, y todo eso Rufer y nosotros se lo agradeceremos eternamente. Ferrari había previsto todo.

Los botánicos que se hayan ocupado de la flora argentina ó en general sudamericana y que hayan hecho estudios de toponimia vegetal, reconocen y se admiran de la gran cantidad de especies conocidas y diferenciadas por los guaraníes. Esa diferenciación entraña un dón de observación que no ha de escapar á los etnólogos. Á nosotros nos llamó á reflexionar al respecto cuando excursionando casi todos los días para tomar notas y estudiar desde ya para estar más preparados á la internación próxima, en contacto con los aborígenes no dejábamos escapar la ocasión de interrogarlos. Algunos paisanos eran verdaderos conocedores. No daban su nombre, á las veces, sino después de ma-

duro examen, presurando tal hoja, oliéndola, poniéndosela sobre la lengua para recabar su esencia. Otros, por el contrario, confundían en pocos nombres generales plantas desemejantes, como nuestro paisano bonaerense que, llamado á designar una gramínea determinada contesta : « yuyo no más ».

En la impureza del guaraní correntino, nombres españoles se han filtrado disminuyendo la precisión original.

Sería interesante, como *addenda* al folk-lore, detenerse en estudios de botánica etnográfica. En Corrientes y sin duda hacia el norte paraguayo y brasileño podrían hacerse repetidos paralelos entre la Botánica de Dioscórides y aun la anterior griega ridiculizada por Teofrasto y esa tan curiosa de Porta conocida bajo el nombre de teoría de las « señaturas » ó « señalamientos », hoy llamada fitognomónica. Así, por ejemplo, afirmaré y aseveraré corrientemente que las plantas aculeadas (*Solanum lepaso,* etc.) son comida de víbora, las que viven de las bayas.

Si es desgracia que gran parte de las notas hayan quedado en las libretas perdidas, sin embargo otras se han conservado en la memoria ó en apuntes especiales, y es nuestra intención recopilarlas más tarde en un cuerpo de conjunto. Para esa tarea hemos sido honrados con la colaboración de distinguidos profesores de ciencias naturales de la provincia de Corrientes, entre los que figura en primera línea por su preparación y consagración la señorita Luisa M. Sola, de Mercedes.

Nuestro distinguido amigo el doctor Juan Nilsen, profesor de la Universidad de Buenos Aires, interesábase mucho en la fitofarmacia local. Á ese respecto sólo he podido comprobar lo ya escrito por Hieronymus en su *Plantae diaphoricae florae argentinae.* Por lo que atañe á la zoología las virtudes de casi toda la materia médica animal tienen estrecha intención vulneraria ó afrodisiaca, desde la grasa de *yaguareté* y de *carpincho* hasta los homópteros que se conservan disecados bajo los aleros en previsión de su empleo, como emenagogo, diurético y satiriaco...

Hemos notado la cantidad de agregados « machos ó hembras » que tienen plantas parecidas, al ojo y ciencia del vulgo. Casi todas las plantas latíferas y las espinosas son machos. Las alatíferas é inermes son hembras. No hay, pues, relación forzosa con las *dielinas dioicas.*

Sobre y en las malváceas y senecias de las barrancas á mediodía hormigueo de coleópteros (curculionidos, elateridos, especialmente); de lepidópteros (pieridos y microlepidópteros); hemípteros (pentato-

midos); himenópteros (vespidos, muchos pepsis); y corriendo apresuradísimos (mutilidos).

En el río Corrientes, entre los barcos anclados, en la costa millares de girínidos tornando, girando, zigzagueando con la iridiscente bola de aire apendiculada que les da un aspecto perlino. Diríase animadas perlas bailando como en un alocamiento. Los hemos hallado en todo el río Corrientes, por abril y mayo. Puestos á observarlos largamente, de lejos, en el mayor sosiego, jamás hemos visto que fueran presa de peces.

He aquí algunos nombres locales de plantas, interesantes para el fitogeógrafo:

*Agave* sp., cardo de Castilla.
*Opuntia ficus indica,* comé-peló.
*Tasse* sp., zupoa. Ángel Gabrielito.
*Citrus deliciosa* Tenore, naranja china.
*Solanum nigrum*, huevillo del gallo.
*Acacia riparia* Kunth, uña de gato.
*A. furcata* Gill, garabato.
*Bromelia caraguatá*, piña.
*Manihot anisophylla ?* Hieron, macharé.
*Schinus molle,* muelle (corrupción de molle ?).
*Lantana* sp., violeta ó violetilla del campo.
*Canna* sp., centaura.
*Gourlea decorticans* Gill, piquillín.
*Amaranthus gomphrena,* Santa María.
*Lippia* sp., nirarupá.
*Commelia sulcata*, lágrimas de Santa Lucía.

El doctor Ameghino aprobó nuestra decisión y conversó largamente sobre el Iberá y la geología de Corrientes. Nos dijo que en las condiciones en que íbamos y en los lugares en que probablemente llegaríamos, debíamos disuadirnos de hallar fósiles; pero que sin embargo, para él personalmente, el problema del cretáceo le interesaba especialmente, porque él creía demostrar que el origen de los mamíferos placentarios eran estas tierras argentinas; que el punto principal era la edad cretácea superior que le discutían muchos geólogos, en especial los alemanes; y que en Corrientes no se había hallado el terciario. Que las areniscas eran del guaranítico, según la clasificación que, á su juicio, era la que estaba hasta entonces más conforme con los hechos. Y como quiera que esos placentarios que él fijaba en el cretáceo, habrían emigrado al África por el archellensis de Ihering,

para su causa la presencia del cretáceo superior y de fósiles era lo que grandemente le placería. Y el gran sabio agregó: «eso ó algo que me demuestre que estoy en el error». «No deje, nos dijo, de relevar todos los puntos que le parezcan tener un interés de investigaciones ulteriores. Será casi todo lo que podrán hacer».

Las lagunas Malayas y las lagunas del Iberá descansarían sobre los terrenos arcilloyesosos.

Toda la parte del trabajo de D'Orbigny se analiza al fin de esta memoria. Sépase desde ya que D'Orbigny, saliendo de la ciudad de Corrientes, se internó por los esteros por el costado nordeste cerca de Concepción. Nosotros hemos entrado por el sudeste, por el río Corrientes y recorrido la parte sud y central para rematar en el sudoeste ó naciente del Miriñay. Las dos exploraciones tienen, pues, un doble valor sistemático y topográfico y se completan.

Hubiera sido de desear que esa parte del trabajo de D'Orbigny se tradujese y se propagase. La ignorancia de tal trabajo que atribuímos á la rareza y dificultad de conseguir el *Voyage dans l'Amérique méridionale*, debe ser la causa de grandes errores propalados aun en círculos seriamente capacitados para conocer los hechos anteriores. D'Orbigny ha sido el primer sabio que haya recorrido parte de los esteros del Iberá.

Aquí conviene insistir de nuevo en el equívoco en que se cae cuando se habla del Iberá, de la laguna Iberá y de los esteros del Iberá. Se entiende comúnmente una sola región, desde Ituzaingó por el norte hasta los albardones de Concepción y del Batel por el oeste, la naciente del Corrientes por el sudoeste, el Itatí Rincón y el Rincón del Socorro por el sur y sudeste. Pero hay que tener presente que la laguna donde nace el río Miriñay se llama Iberá propiamente dicha. Esto fijado, podemos expresarnos sin confusiones. Cada vez que digamos esteros del Iberá entendemos la totalidad de la región inundada ó inundable; cuando digamos «laguna Iberá» entendemos hablar de la llamada así, al nacimiento del Miriñay, entre el Rincón del Socorro y Paso Claro por el sur.

La época del año era propicia para observar las aves. Bandadas considerables de ibis que llaman «cuervos» en Buenos Aires y allí «caraos» negros y marrones (*Plegadis guarauna* Bp. (L.), parecían adornar las lagunas y luego el aire azul con sus vuelos disciplinados. En los caminos transitables, innumerables tordos coprófagos (*Molothrus, M. bonariensis, M. brevirostris; Agelaius thibus*), llamados allí «basteros» y «matadura»; urracas ó pilinchos vandálicos de nidadas oófo-

ras (*Cyanocoras* sp.), atronadoras gallaretas ó pollonas (*Fullica* sp.) y la notable parrida de dedos luengos y finos rematados en larguísima uña cónica, la *Yacana Yacana* Linn., llamada allí «burrito».

Al este del río, la barranca ora á pico, ora en suave declive, arbolada por las leguminosas y las mirtáceas especialmente. De la línea espesa, mateada, negro verdusca del monte tupido alzábanse de trecho en trecho obscuros gigantes de ese matiz verde sombrío de ciertos pinares. Eran los famosos «Timbós» (*Enterolabium timboswa* Mart.).

De rato en rato algún elegante lapacho. Espléndidas barrancas sin cultivo, casi inhabitadas, que hacían pensar en aquellas frases de Darwin sobre la capacidad de los poseedores de estas maravillas y otra raza más apta para explotarlas, mejorándolas, enriqueciéndolas.

Si el guaraní tuviera su mitología botánica á la manera de los hiperbóreos, el timbó sería sin duda el árbol padre, el árbol sagrado por excelencia.

En una región como Corrientes, en que la tierra y el agua hablan cosas estupendas ¿cómo no ha nacido todavía insigne poeta Ivernáculo?

Al oeste, los bajos inundables, hacia el Paraná.

En alguna caleta, como enormes escudos yacentes sobre las aguas azulinas, redondas y bordadas, unidas por los cantos las hojas de la *Victoria crujiana* D'Orbigny, que vulgarmente llaman regia ó *irupé*, ó maíz del agua.

Es dato para su límite sur. Las flores, como grandes repollos, de centro violáceo abríanse entre los meatos celulares de las hojas. La planta toda espinosa y bravía.

Una hoja tenía un metro y sesenta de diámetro, se levantaba con rebordes peltados de diez centímetros y toda se sostenía merced á un curioso refuerzo de las nervaduras, maravilla de mecánica biológica con sus T entrecruzados y sus vastos espacios huecos delimitados á guisa de flotadores.

Una hoja, llena de ampularias, semejaba curioso plato de caracoles. ¿Qué relación hay entre la Victoria y esos moluscos?

Alguna vez, elegante espátula rosada pósase en medio de las hojas como en ancho pedestal y destácase artísticamente en las aguas azulinas y ante el horizonte rojizo, mientras dos ó tres macás giran y zambullen temerosos é intrigados y, debajo, cardúmenes de palometas se agitan combativas sobre alguna presa desgraciada.

El río, crecido, tiene anchuras considerables. En general, es una cinta azul de unos 100 metros de ancho, dividiéndose aquí y allí

sobre bancos de arena arbolada de sauces en desplayados y riachos que la correntada baña á su paso. Desplázanse los canales, muévense los barrancos, y gruesos troncos se desmoronan y van ora sobrenadando á guisa de extraño camalote, ora sumergiéndose para entorpecer y peligrar la navegación, hasta algún bajío que los retenga, esqueléticos y escuetos para posadero de biguás (*Pholacrocora* sp.).

El río Corrientes es una gran belleza natural. Glaucas en Esquina, van sus aguas intensificando su tinte hasta ser en los esteros de un azul cobalto casi índigo, merced á los humatos de los pantanos y el fondo de arenisca que lo fondea por doquier. Si el Paraná es el río rubio, el *noble river* de Darwin, el Corrientes es el brazo cerúleo y luego azulino, el « río bello », *the nice river*.

En el inventario de nuestras riquezas y bellezas la hábil pluma de un Bernárdez lo requiere y mejor todavía un Rodríguez Larreta que lo haga vivir ante todos en magistrales frases de admirable precisión. Su curso, encauzado ó divagante, sus arboledas, sus desplayados, su vegetación variada y lozana, sus Victoria, sus Demnas, sus Palamogelo, sus veleros de triangulares alas blancas deslizándose en su espejo azul, el aire de la región cargado de miles esencias captosas ó sutiles, la sinfonía de su naturaleza, el sosiego de sus bordes, la paz de su comarca, las sorpresas de su vida alada y mamífera, los martínpescadores, los rayadores, las gaviotas, las arandelas, los vuelos rasados de sus espátulas, los macás, los siribíes, los chajás, los teru-terus, los nutrias, los bobos, los carpinchos, su herpetología real y de leyenda, pero, sobre todo, su color, su maravilloso colorido de cielo marino, lo hacen acreedor al eminente rango en la calilogía patria.

Al caer la noche de ese 19 de abril atracamos bajo la barranca de Santa Rosa, alta barranca cortada á pico en una lomada de arenisca que se dirige á Goya y que la convexidad del río desmorona poco á poco. Un triste torreón cuadrado y de almenado parapeto entre olivares semisecados por la langosta en un paisaje bellísimo sobre el lago desplayado del río inundado, dejando sus islas de sauces verdes, copados con diminutos vellones, entre cuyos brazos los muérdagos dejaban tintes flogodios como las llamas.

Está allí Santa Rosa, un punto interesante para la geología del río Corrientes, por lo tanto del Iberá. Si el Iberá, en vez de ser el paso del Paraná superior al inferior por el hoy río Corrientes, fué tan sólo una vasta hernia, un divertículo lateral, ese punto, Santa Rosa, debió ser el límite sur que lo embalsaba y sostenía. La hoya del río Corrien-

tes sería una talla á través de esa pared de arenisca o, como estamos inclinados á creerlo en el estado actual de los conocimientos, el resultado de un lento minar al mismo tiempo que esa región se alzaba. Entonces, lo que se desprende es el estudio de la relación de nivel que hayan tenido, tengan y la que tendrán mañana esas dos regiones.

Santa Rosa é Ituzaingó, es decir, si hay un basculamiento, si ese basculamiento es conexo y en un solo sentido ó si teniendo su eje en una línea intermediaria, tiende á levantar los esteros y á bajar el río Corrientes ó viceversa. No se sabe casi nada respecto á esas areniscas de Corrientes, á los meláfiros y traquitas que las subasan (?). Parecen éstos un poco en *porte-à-faux*. De ahí la preocupación del geólogo y del geógrafo. El Paraná sigue la falla de esas areniscas *remaniées* y sedimentadas del lado correntino y entrerriano, mientras que del otro lado de los esteros sur y del río Corrientes, en la « meseta de Mercedes », están al estado primitivo, cristalinos, casi porfiroides, no se sabe bien todavía si debido á una acción metamórfica ocasionada por esos meláfiros subterráneos.

Dejando Santa Rosa (estancia Cafferatta) un ancho desplayado, un bajío que nos presentó cierta dificultad para pasar. Es uno de los puntos más bajos del río Corrientes que merecerán el estudio del ingeniero draguista. Pero luego, la percha y el escandallo daban metro y medio, dos, tres, cuatro metros. Á veces el largo escandallo no daba fondo. Eran, pues, profundos socavones del río.

Grandes islas entonces, albardones en épocas normales en que el río guardaba su estiaje, cubierto del lindo sauce criollo llamado también *hediondo* y *sarandí* en Corrientes (*Salix chilensis* ó *Humboldtiana* Wield).

Algunas tortugas en la costa, probablemente la *Platemys Hilarii* Yacarés solazándose á lo lagarto en la orgía del sol, como troncos muertos arrojados á la orilla.

La fauna plumífera es rara. Solos algunos coroos (ibis) remueven el lodo de los bajíos, impasibles á nuestro paso y algunos macás (*Aechmophorus major* (Bodd), nadan alejados y aprensivos, preparándose á cambiar su traje estival por el de invierno. En los aires, vigilando el pez, las gaviotas de largo rostro amarillento (*Phaetuso magnirostris* (Licht) describen curvas chillonas ó guturales ó á ras del río algún rayador (*Phyncops* sp.) recto en su vuelo nos precede ó flanquea con la estela que deja su largo tijeretazo en el agua.

Perdidos los apuntes relativos á esa parte del viaje, debemos escri-

bir con esfuerzo de memoria. Nuestra atención principal era requerida por el problema geológico, pero no podíamos dejar de preocuparnos por el *movimiento* de la fauna local ó migratoria y por la botánica. Es sobre todo en ésta donde los apuntes perdidos fueran menester. No que fuera trabajo de especialista sistemático, cosa imposible, sino que había observaciones generales siempre contribuyentes al aumento de los conocimientos. He aquí algunas.

La vegetación que bordea al río Corrientes es una vegetación de parques (leguminosas, mirtáceas, etc.); macizos de bosque y árboles aislados entre llanuras de gramíneas xantófilas mezcladas con gonfrenas, solidogos, amarantos, malváceas.

ENRIQUE PUYSEGUR.

*(Continuará.)*

# CLASIFICACIÓN DE LAS ADIVINANZAS RÍOPLATENSES

TRABAJO LEÍDO
ANTE EL CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL AMERICANO
DE BUENOS AIRES (1910)

Por ROBERT LEHMANN-NITSCHE

---

Señores :

La recolección y el estudio de las adivinanzas populares de los países del Plata eran campo virgen, trabajo grato para el folklorista, y no tardé en empezarlo. Merced al esfuerzo de mis colaboradores, la colección de que dispongo, es bastante completa en lo que se refiere á la República Argentina, y creo que contiene más del noventa por ciento de todas las adivinanzas circulantes, y he ahí mi cálculo : en una remesa de cien números, por ejemplo, que recibo, difícilmente hay más de cinco ó seis que no estén ya representadas.

Mi colección abarca 1030 números diferentes, 909 variantes y 166 duplicados de distinta procedencia, ó sean 2105 piezas; hay además 120 números diferentes con 135 variantes y 15 duplicados (de distinta procedencia), ó sea, 270 piezas del grupo erótico ; agréganse, además, 131 adivinanzas, con 12 variantes popularizadas, del poeta uruguayo, Acuña de Figueroa ; en total, más de 2500 números.

Los folkloristas se extrañarán de que no haya mayor número de adivinanzas populares en las comarcas sudamericanas, pero no deben olvidar que éstas fueron, durante tres siglos, colonias abandonadas por la madre patria, donde el idioma mismo se empobreció notablemente, y donde, en apenas un siglo de libertad política, no era posible devolver á la lengua la belleza de su construcción y su riqueza en palabras. Hay, además, otro factor de importancia, y éste es la inmigración internacional ; más de la mitad de los habitantes argentinos

son extranjeros, cuyos hijos, aunque aprenden en los colegios el idioma castellano, no reciben los tesoros folklóricos como los chicos de países antiguos y de población homogénea. Así se explica el número relativamente escaso de adivinanzas sudamericanas; se explica también que éstas, con el tiempo, deban variar más que en otras partes del mundo.

Reuní todo el material en una sola obra, tomando en consideración el concepto histórico de los países del Plata y no respetando los actuales límites políticos; así van, en armonía perfecta, las adivinanzas de todas las provincias argentinas con las del Paraguay y de la Banda Oriental; van bien juntas también las castellanas con sus hermanas, disfrazadas en los idiomas guaraní y quichua. Como casi todas son de origen europeo y pocas las verdaderamente criollas, y estas últimas, descendientes psicológicas de aquéllas, preferí presentar una sinopsis común de las adivinanzas del Plata y tierras adyacentes, á perderme en pequeñas é inútiles subdivisiones. Se notan, sin embargo, zonas preferidas por ciertas categorías; hay, además, unas que sólo existen en las regiones andinas y otras sólo en el litoral; unas se hallan sólo en el Paraguay y en traje guaraní, otras sólo en Santiago del Estero y quichuizadas; pero todas estas son muy pocas y no autorizan para proceder en la clasificación, según puntos de vista geográficos.

Por defectuosa que sea la comparación bibliográfica, resulta que de las mil treinta adivinanzas de los grupos I á XV, una tercera parte también se halla en Europa, y no dudo de que se llegaría á la mitad si pudiésemos consultar toda la literatura enigmática ó si se explotasen mejor aquellas regiones de donde derivan con civilización y lengua: la península ibérica.

La clasificación del gran material de adivinanzas representa la labor principal; hasta la fecha, casi todas las obras que se ocupan de nuestro tema, observan el simple orden alfabético de las soluciones, pero he tratado de arreglar las producciones tan variadas del alma popular, según un método lógico, ó sea psicológico. La explicación de la psicología de la adivinanza popular será el tema de mi discurso.

La guía, al clasificar el caos de los enigmas, ha sido la *construcción* de ellos, absteniéndome, en la mayoría de los casos, de la *solución*. He ensayado hallar un buen sistema sin respetar la solución, y á este principio se deben los grupos I á IX. En el grupo X, ya se nota, de vez en cuando, la correlación íntima entre adivinanza y solución, y en el XI, grupo criptomórfico, tal correlación es directamente típica,

hallándose escondida dentro del enigma la solución, sea en parte, sea en totalidad. También en los grupos siguientes se nota que la construcción del enigma depende, en buena parte, de su solución. Para disponer de un breve y preciso diagnóstico, me he servido de términos usuales en medicina y ciencias naturales, ó he empleado palabras que se entienden por sí solas.

Los cinco primeros grupos (I á V) tienen una construcción muy característica y se componen de dos elementos típicos, á saber :

*a)* Un elemento fundamental que caracteriza, en nuestro modo de clasificar, la adivinanza respectiva y que es destinado á *despistar*, á desviar de la solución, á la persona á quien va dirigido el acertijo. Tal elemento, en el grupo I (biomórfico) es uno ó más organismos vivos, con particularidades anatómicas, fisiológicas, psíquicas y sociales ; en el grupo II (zoomórfico), uno ó más animales ; en el grupo III (antropomórfico), una ó más personas ; en el grupo IV (fitomórfico), una ó más plantas ó parte de ellas ; en el V (poikilomórfico), uno ó más objetos que no pertenecen á los grupos anteriores.

*b)* Un elemento complementario que es destinado á *empistar* ó dirigir hacia la solución á la persona á quien va dirigido el acertijo, y que nos ha servido para la subclasificación de cada uno de los citados grupos. Este elemento puede ser un carácter normal y como tal descriptivo (en los grupos I á III : 1, generalidades de carácter psíquico, social, etc. ; 2, las diferentes etapas de la vida ; 3, elementos morfológicos normales ; 4, elementos fisiológicos normales ; 5, elementos morfológicos y fisiológicos normales en combinación) ; ó puede ser un carácter anormal (en los grupos I á III : 6, elementos morfológicos anormales ; 7, elementos fisiológicos anormales ; 8, elementos morfológicos y fisiológicos anormales en combinación). Para el grupo IV (fitomórfico), nos hemos limitado á distinguir los elementos complementarios como normales y anormales, sin entrar á detallarlos ; para el grupo V (poikilomórfico) y en razón de una clave sencilla, era menester no distinguir los elementos normales (descriptivos) de los anormales, pero es fácil separarlos.

Paradigma tomado del grupo II (zoomórfico) :

Animalito bermejo *(elemento fundamental)*,
Costillas sobre el pellejo *(elemento complementario)*.

Solución : *El barril.*

Se ve que se trata de un animal (elemento fundamental) con elementos morfológicos anormales (elemento complementario), ocupando las costillas un sitio que no les corresponde.

Al grupo III (antropomórfico) pertenece el paradigma siguiente :

Juan Campero *(elemento fundamental)*
Compró una capa rosada
Y un sombrero negro *(elemento complementario)*.

Solución : *La cebolla.*

Preséntase, pues, un hombre (elemento fundamental) con detalles del vestido (elemento complementario).

Las adivinanzas del grupo VI (comparativo) constan de tres componentes, á saber : 1° el elemento característico; 2° el elemento comparativo, y 3° la afirmación de que, realmente, no se trata de la cosa á la que hace alusión el componente segundo ; muchas veces se agregan uno ó más elementos descriptivos. Como los citados componentes no siempre se hallan completos, y como uno que otro puede faltar, resulta una clave variada.

Paradigma reconstruído :

Alto *(elemento característico)*
Como pino *(elemento comparativo)*,
No pesa ni un comino *(elemento descriptivo)*;
Pino no es *(elemento afirmativo)*,
Adivina qué es *(fórmula final, común á cualquier clase de adivinanzas)*.

Solución : *El humo.*

Las adivinanzas del grupo VII (descriptivo) describen diferentes partes de un objeto, ó citan varias particularidades de éste ; se comprende que en estas condiciones han de resultar poco homogéneas. El arreglo de este grupo es bastante difícil y deja muchas veces lugar á dudas. Se trata de dos, tres ó muchos caracteres que generalmente no ofrecen nada que mayormente llame la atención ; es una simple descripción. Las adivinanzas de la última categoría, donde se citan muchas particularidades, más bien son eruditas que descriptivas, y de ningún modo verdaderamente populares.

Paradigma (tres particularidades) :

Ancho y bola,
Fortacho en la cola.

Solución : *El mataco.*

Son pocos los casos que obligan á formar el grupo VIII (narrativo). Se trata de adivinanzas incluídas en un cuento cuya esencia representan. Siempre es menester contar el principio del cuento correspondiente antes de dar la adivinanza á solucionar ; como esto es imposible, se la explica, y con la explicación termina el cuento. Muchas veces, el asunto del cuento es serio : se trata de salvar la vida á sí mismo ó á su padre, dando al rey una adivinanza imposible de solucionar (adivinanzas *salvavidas).*

El grupo IX (aritmético) es, en su número, bastante limitado. Se trata de verdaderos problemas aritméticos ó, con mayor frecuencia, de ejemplos jocosos.

Paradigma para aritmética jocosa :

Pan y pan y medio,
Dos panes y medio,
Cinco medios panes,
¿ Cuántos panes son ?

Solución : *Dos panes y medio.*

En el grupo parentesco (X) continúan las adivinanzas aritméticas de índole jocosa. La picardía consiste en los diferentes grados que una y la misma persona tiene con otra, según el punto de mira. Algunas adivinanzas tratan el asunto « su semejante », otras la combinación aritmética entre los miembros de varias generaciones.

El grupo XI (criptomórfico) de adivinanzas engañadoras es muy característico y fácil de analizar : la solución, sea en parte, sea entera, queda escondida dentro de la misma adivinanza.

Paradigma :

Oro no es,
Plata no es,
Abrí las cortinas
Y verás lo que es.

Solución : *El plátano.*

En el grupo XII (homónimo) se continúa la sección homónima de las adivinanzas criptomórficas, pero con la diferencia de que la solución no está escondida dentro del enigma y de que este último se ocupa de ambas significaciones de la solución homónima.

Paradigma :

En los comedores se lucen
Y en los sombreros se ven.

Solución : *Las copas.*

Grupo XIII (burlesco). Es imposible arreglar sistemáticamente estas demostraciones exuberantes y chispeantes del humor popular, ni tampoco osamos analizarlas. El orden adoptado es más bien superficial.

El grupo XIV (doctrinal) no abarca adivinanzas verdaderas ; son más bien pruebas de sabiduría, ó preguntas que hace el maestro al alumno y que éste tiene que contestar. Su tono doctrinal ó su solución filosófica caracterizan este grupo como especial.

Paradigma :

¿ Cuál es aquel árbol que da la fruta en la hoja

Solución : *La tuna.*

En el grupo XV (artificial) van reunidas charadas, logogrifos y acrósticos que se han popularizado.

El grupo XVI (erótico) fué suprimido.

Señores :

Pongo fin á mis palabras. Coleccioné las perfumadas flores de la poesía popular como las hallé y como me fueron obsequiadas ; luego traté de arreglarlas, no, según « Linneo », en el orden alfabético de las soluciones, sino según « un sistema natural », ideal de los botánicos ; y ahora que se presentan al paciente lector como entre las hojas de un herbario, espero que no se haya secado ó perdido su aroma campestre (1).

(1) Al imprimirse el discurso, la obra á que me refiero, ha sido publicada ; véase : ROBERT LEHMANN-NITSCHE, *Folklore Argentino. I. Adivinanzas ríoplatenses.* Biblioteca Centenaria, VI. Buenos Aires, 1911, 495 páginas.

# ¿QUÉ INFLUENCIA SOBRE LOS SERES VIVIENTES

SE ATRIBUYE

# Á LA LUNA EN LA ARGENTINA?

---

Cuando á principios de la edad moderna, la alquimia y la astrología fueron eclipsadas por las ciencias exactas, éstas se desprendieron de todo lo que tenía alguna relación con las antiguas supersticiones. También fueron víctimas de ese necesario proceso de eliminación las opiniones existentes respecto de la influencia lunar sobre los fenómenos meteorológicos y sobre el desarrollo de los seres orgánicos. Sin embargo, los pueblos siguieron creyendo en esas influencias, y en los últimos años el escepticismo antiguo ha cedido el lugar á una crítica más tranquila é imparcial, y los físicos han tratado de averiguar si realmente existen las supuestas influencias de la luna. Los trabajos al respecto se refieren casi exclusivamente á la influencia lunar sobre los fenómenos meteorológicos, y aunque hasta hoy no fué posible comprobarlo con exactitud, se los continúa detenidamente. En cambio, son muy pocos los físicos que se dedicaron á estudiar prolijamente las opiniones populares sobre la influencia de la luna en el mundo orgánico. Esto procede, probablemente, de que en los países centrales y del norte de Europa, donde las ciencias son cultivadas más intensamente, la población se muestra poco inclinada á toda superstición, por su temperamento y como consecuencia de su mayor instrucción general; á lo que podríamos agregar las condiciones atmosféricas de dichas regiones, poco favorables en esos países, que muchas veces no permiten que la plácida luz que irradie la luna llegue íntegramente á nuestro planeta.

Por lo tanto, la siguiente colección de datos relacionados con la influencia atribuída á la luna sobre los seres vivientes en la Argentina,

en su mayor parte toman origen en los países meridionales de Europa, siendo debidos principalmente á los numerosos colonos italianos meridionales, los cuales, no sólo admiten como ciertas esas opiniones, sino que también les sirven de guía en sus tareas rurales.

Las personas á quienes nos hemos dirigido para que nos suministraren datos, no son muchas, pero, á pesar de esto, el detenimiento y la discreción con que acogieron nuestras solicitudes han de prestar algún valor á nuestra modesta compilación y acreditar los siguientes datos, tanto más que las indicaciones de los diferentes informantes en general se armonizan bien.

Entre éstos debemos nombrar á las siguientes personas, expresándoles á la vez nuestro sincero agradecimiento :

*Señor doctor médico Máximo Fernández Blanco:* sus datos provienen de su portero, suizo, que antes trabajó como jardinero en el sur de la provincia de Buenos Aires.

*Señor Ramón Cortés,* actualmente director de la Colonia de Menores en Marcos Paz : sus datos se fundan principalmente en las experiencias que hizo en Ushuaia (Tierra del Fuego), donde por largos años ha sido director del presidio nacional.

*Señorita profesora Elena Ebermann,* que recogió datos durante las últimas vacaciones en la estancia del señor doctor Frers, cerca de San Pedro (prov. de Buenos Aires).

*Señor Pablo Eichler :* sus datos proceden de Mendoza, donde está ocupado en una casa de comercio de vinos, lo cual le facilita obtener informes de los viñeros.

*Señor Federico Groebli,* propietario de una estancia cerca de Condarco (prov. de Buenos Aires) ; sus datos se basan en parte en sus propias observaciones, y otros los hizo recoger en su estancia.

*Señor Gualterio Kelsey,* capataz de la estancia del señor doctor médico Facundo Larguía, cerca de Centeno (prov. de Santa Fe).

*Señora Ana de Lehmann,* natural del Tirol (Austria), donde conoció las opiniones populares respecto de la influencia lunar de aceptación general, y después de casarse volvió á encontrarlas en la colonia suiza de Esperanza (prov. de Santa Fe).

*Señor doctor Guillermo Ruge,* director del colegio Germania en Buenos Aires, el cual juntó datos en la estancia de su padre político, señor Carlos Brunne, cerca de Ocampo (Chaco Austral).

*Señor German Schweim :* datos de su jardinero, italiano, hombre experimentado que aplica también en este país las prácticas relacionadas á la luna, que aprendió en Italia.

En cuanto á la bibliografía no hemos podido encontrar en Buenos Aires ninguna publicación relativa á nuestro tema. El único libro al que pudimos recurrir, es el *Almanaque del señor Mac Donald* para el año 1914 (Binghampton, New York), un folleto de reclame para un específico medicinal. Además de las informaciones sobre la influencia de la luna en la agricultura y ganadería, abre sus páginas también á toda superstición astrológica.

Á continuación van los datos que hemos recogido.

## A. TAREAS POR HACER CUANDO LA LUNA ESTÁ EN CUARTO CRECIENTE

### 1. *En el reino vegetal*

*Se deben sembrar las hortalizas cuyos* FRUTOS Ó SEMILLAS *se quiere recoger.* — El señor Kelsey indica como ejemplos los zapallos, los melones y los pepinos; y el almanaque del doctor Mac Donald, los tomates, habas, cereales (1).

Con esta regla concuerda la comunicación del jardinero del señor doctor Blanco, de que durante el cuarto creciente no se debe sembrar ni transplantar las plantas de verdura, porque adquirirían demasiada fuerza y se entallecerían y se echarían á florecer.

*También los árboles frutales, rosales, etc., deben* INJERTARSE *durante el cuarto creciente.* Así lo confirman terminantemente un paisajista francés de Marcos Paz (comunicación del señor Cortés) y el jardinero italiano del señor Schweim. El primero sostiene que se puede esperar un éxito casi seguro injertando los árboles con luna creciente, como lo ha comprobado por muchos experimentos propios, hechos principalmente con rosales; y añade que los árboles injertados durante la luna menguante resultan raquíticos. El jardinero del señor Schweim se expresa así: si se injerta cualquier árbol, frutal ó no, con otro, y la luna crece, dará fruto á los dos ó tres años, según la fuerza del árbol; si se injerta cuando la luna mengua, dará fruto después de 5 ó 7 años, según la fuerza del árbol.

En cuanto á las plantas de injerto, dice: si se injerta cuando la luna crece, el injerto prende y da flor en el mismo año, en uno y medio ó dos meses; si se injerta cuando la luna mengua, el injerto pren-

(1) El repollo, igualmente indicado por este almanaque, no se ajustaría á nuestra regla.

de ó no: en el primer caso dará flor desde uno y medio á cuatro meses. Respecto á la poda afirma que no tiene relación con la luna.

También el señor Kelsey relata que los árboles frutales deben injertarse durante el cuarto creciente y la misma indicación encontramos en el almanaque de Mac Donald.

El poder vigorizante de la luna en cuarto creciente resulta también de una comunicación, según la cual la alfalfa cortada durante esta época se reproduce más fuerte y rápidamente.

Apuntaremos, además, una noticia del señor Eichler, quien nos escribe desde Mendoza que antiguamente los viñateros y bodegueros preferían el tiempo de la luna llena para *trasegar el vino*, ya fermentado, de los botijones á los pipones de defecación, cuya costumbre, sin embargo, hoy día ya no tiene aceptación general.

### 2. *En el reino animal*

Respecto de la influencia de la luna sobre el organismo animal, citaremos en primer lugar una noticia valiosa del señor Cortés, quien nos comunicó la siguiente observación, comprobada por sus propias experiencias hechas durante su estadía de muchos años en Ushuaia. En Tierra del Fuego el *marisco* se pesca tan sólo en la época de la luna llena ó en los días próximos siguientes. Queda constatado que el marisco no sirve si se lo pesca después, poniéndose duro y feo. Es asombroso cómo cambia completamente en pocos días. Lo mismo se observa con los mariscos que se crían en los viveros. También los mejillones y los peces se pescan en la misma época y por las mismas razones.

Acerca de la cría de los *pollitos*, existen varias opiniones, según las cuales la incubación debe arreglarse de modo que los pollitos salgan del huevo en el cuarto creciente, para que se pongan más fuertes. (Sta. Ebermann, Sr. Kelsey, una lavandera rusa, almanaque de Mac Donald.)

Encontramos también referencias á la fuerza tonificante de la luna en las informaciones (comunicadas por la Sta. Ebermann, Sr. Kelsey, Sr. Dr. Ruge) de que los animales deben matarse con preferencia durante la luna llena, porque la *carne* resulta entonces más sabrosa y tierna, á la vez que se conserva mejor. Lo mismo sostiene el almanaque del doctor Mac Donald, donde leemos lo siguiente: Los criadores de aves y los carniceros no deben carnear durante el cuarto menguante, porque en esta época toda materia muerta tiene tendencia á enco-

gerse y deshacerse, por lo cual la carne que se carneó entonces, no se conserva bien y se encoge al cocerse. Con esto concuerda, además, una noticia del señor doctor Ruge, según la cual la *madera* de los árboles cortados durante la luna nueva se pudre fácilmente; y otra, que debemos á la señora de Lehmann, afirmando que el *pelo* crecerá mejor, si lo hacemos cortar durante el cuarto creciente. Otra información análoga del almanaque del doctor Mac Donald aconseja en la misma época el *esquileo de las ovejas,* pues la lana nueva se reproduce entonces más fuerte y rápidamente.

## B. TAREAS POR REALIZAR CUANDO LA LUNA ESTÁ EN CUARTO MENGUANTE

### 1. *En el reino vegetal*

*En la época de la luna menguante debe efectuarse la siembra y el transplante : 1° de las plantas en las cuales se quiere conseguir un fuerte* CRECIMIENTO SUBTERRÁNEO, *es decir, de las raíces, cebollas, etc. ; 2° de las plantas de verdura en las que se quiere desarrollar un* FOLLAJE Ó TALLOS *abundantes y tiernos, con retención de la florescencia.* — Porque haciendo dichas operaciones mientras crece la luna, las plantas obtendrían demasiado fuerza, « se irían en vicio », produciendo flores y semillas, á la par que las raíces se harían leñosas, y las cebollas, pobres y escasas. Así lo indican las noticias del señor doctor Blanco, señora de Lehmann, señor doctor Ruge. Por su parte el señor Eichler afirma que las papas plantadas durante el cuarto creciente de la luna producen pocos tubérculos, porque la fuerza de la planta es absorbida por la formación de hojas y frutos. Lo mismo asegura el almanaque del doctor Mac Donald. El señor Eichler recomienda, además, la *recolección de frutas,* como uvas, duraznos, etc., en la época de la luna menguante, pues se conservan mejor ; á cuya regla se adhiere también el almanaque del doctor Mac Donald, extendiéndola á la *recolección de las raíces.*

### 2. *En el reino animal*

Entre las tareas por hacer cuando la luna mengua, citaremos, en primer lugar, la *castración* de los potros y de los toros, porque las diferentes comunicaciones que tenemos sobre este punto, insisten mu-

cho en que se haga entonces (señores Groebli, Kelsey, doctor Ruge). Además, la señorita Ebermann nos informa que en esta época hay que *curar el sobrehueso* de los caballos y del ganado vacuno. Se entiende por sobrehueso un tumor duro que se forma sobre los huesos á causa de un golpe ú otro accidente.

## RESUMEN

Podemos resumir las indicaciones que preceden en la siguiente regla:

*La fuerza vital de los seres orgánicos sigue el mismo ciclo de las fases de la luna. Durante el cuarto creciente la actividad vital se muestra más enérgica, mientras se aminora durante el cuarto menguante. Principalmente el poder reproductor aumenta cuando la luna crece ; al contrario, el desarrollo vegetativo se realiza generalmente en las mejores condiciones mientras la luna mengua.* Por consiguiente, en la época del cuarto creciente, se deberá : sembrar y transplantar las plantas cuyos frutos ó semillas se quiere recoger ; injertar los árboles ; cortar la alfalfa ; esquilar las ovejas ; efectuar la pesca ; obtener preventivamente que los pollitos salgan de la cáscara ; carnear las vacas, etc.

Por otra parte, en la época del cuarto menguante, se efectuará la siembra y el transplante de verduras ; se castrará los potros, etc.

En cuanto á la *exactitud de la informaciones* que hemos registrado, estamos convencidos de que estas transmiten seculares tradiciones con base real en la misma naturaleza. En esta opinión nos confirma la circunstancia de que por lo general concuerdan bien las diferentes comunicaciones, así como la firmeza con que nuestros colaboradores insisten en varias de sus aseveraciones.

Creemos que principalmente las siguientes noticias merecen toda ponderación : que hay que injertar los árboles durante el cuarto creciente de luna ; que el marisco debe pescarse en el período de la luna llena ; que en la época del cuarto menguante se deben castrar los animales.

Como corroboración de la opinión de que la luna influye en el desarrollo de los seres vivientes, citaremos todavía un ejemplo que manifiesta de una manera sorprendente la íntima conexión entre la periodicidad lunar y el mundo orgánico. Lo tomamos del libro del psicólogo alemán Hellpach : *Los fenómenos geopsíquicos* (Leipzig, 1911), á cuya

lectura debemos también el impulso de hacer la pequeña colección de datos que precede. Trátase de la reproducción de un gusano, el *Palolo (Eunice viridis)*, que vive en las rocas de corales del océano Pacífico austral.

El gusano se reproduce soltando los últimos segmentos de su cuerpo, los cuales suben á la superficie del mar, donde se libran de su contenido sexual, realizándose así la fecundación. Esto ocurre sólo dos veces por año, en los meses de octubre y noviembre; y lo que es prodigioso, exactamente el día antes de que la luna entre en cuarto menguante. Los indígenas aprovechan esta puntualidad lunar de Palolo para pescar los segmentos desprendidos, los cuales les sirven de alimento. Este hecho ha sido plenamente confirmado por varios autores europeos.

Es de notar que el despliegue de los segmentos no depende del estado del tiempo, ni de la acumulación de nubes, y que se realiza también en la misma época, si las rocas donde viven los Palolos se colocan en estanques, lo cual comprobaría que el despliegue no puede ser causado por la altura de la marea, á su vez dependiente de las fases de la luna.

Recordaremos también que en Tierra del Fuego el marisco criado en los viveros se pesca en las misma condiciones que el del océano.

Pero *¿de qué manera puede la luna influir en los seres vivientes,* y cuáles son las fuerzas que emana? Lo inmediato es pensar en *efectos luminosos,* hipótesis, por cierto, que no carece de fundamento, puesto que las plantas derivan toda su energía de la luz. Sin embargo, si existen influencias directas de la luz lunar en las plantas, ellas deben ser más bien excitativas (catalíticas) que una fuente de energía. Porque está comprobado que la energía irradiada por la luna en la tierra en forma de luz y calor, es pequeñísima en comparación con la que recibimos del sol, habiéndose encontrado que la luna llena nos manda 570.000 veces menos energía luminosa que el sol, en igual tiempo, y cerca de 185.000 veces menos energía en forma de calor.

Más difícil sería explicar la influencia de la luna en el organismo animal como un efecto luminoso. Creemos, por lo tanto, acertar en la verdad, si suponemos, como el eminente físico sueco Arrhenius, que la luna influye en los procesos de la vida, principalmente por medio de la *electricidad.*

En apoyo de esta opinión citaremos los siguientes hechos. Es sabido que la atmósfera, aun con un cielo sereno, siempre está cargada de electricidad, y que la intensidad de la carga varía continuamente.

Pero, conforme lo comprobó Arrhenius, la intensidad de la carga eléctrica tiene el mismo período que las fases de la luna; y lo que es notable también, el máximo de la electrización atmosférica coincide aproximadamente con el máximo del disco iluminado de la luna, es decir, con la luna llena. El mismo sabio demostró que aun los *ataques de epilepsia* siguen la periodicidad lunar.

Otra comprobación de que el estado eléctrico de la atmósfera depende de la luz de la luna, la debemos al físico francés Nodon, quien demostró que un electroscopio con una carga negativa se descarga mucho más rápidamente si se lo expone á la luz de la luna, que otro protegido de la irradiación lunar; y como tan sólo el aire ambiente del electroscopio puede descargar éste, se debe inferir que la luz de la luna altera la conductibilidad eléctrica del aire. Considerando todos estos hechos, ¿no está justificada la opinión de Arrhenius de que existe una relación directa entre el estado de la luna y el desprendimiento de los segmentos del Palolo ó los ataques de las personas epilépticas, en los cuales la electricidad atmosférica obraría como medio transmisor?

Nos llevaría demasiado lejos si quisiéramos discutir detenidamente estas cuestiones; pero, que es posible influir en los fenómenos biológicos por medio de la electricidad, lo demuestran los buenos resultados del tratamiento eléctrico de muchas enfermedades y los ensayos, en parte muy satisfactorios, de aprovechamiento de la electricidad en la agricultura para promover el desarrollo de los vegetales. Comprenderemos aún mejor la posibilidad de estos efectos de la electricidad, recordando el papel importante que desempeña en todos los fenómenos físicos y químicos, verdad cada vez más evidente á medida que la ciencia va penetrando en las íntimas condiciones de la naturaleza.

Al concluír este artículo no debemos ocultar que no faltan algunas discrepancias entre los datos que pudimos recoger, lo que no es raro, teniendo en cuenta las dificultades ó la vaguedad inherentes á toda clase de observaciones biológicas. Estaríamos satisfechos con llamar la atención hacia un tema apenas sometido hasta hoy á un examen científico, que seguramente merece. Corresponde á los institutos agrícolas el hacer experimentos exactos. Los gastos serían pequeños y los resultados quizás de importancia.

Colegio Germania, Buenos Aires, noviembre 1914.

ALFREDO JATHO.

# UN PROBLEMA DE QUÍMICA

*(Continuación)*

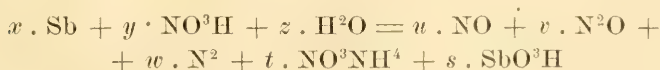
---

5° Ocupémonos ahora de la acción del ácido nítrico sobre el antimonio, tema que se presta á interesantes disquisiciones.

Ya vimos al tratar del mismo asunto respecto al estaño, que según la concentración del ácido nítrico podía obtenerse ácido metaestánnico $Sn^5O^{15}H^{10}$, $5H^2O$ ó ácido estánnico $SnO^3H^2$, cuya deshidratación por el calor origina el óxido de estaño $SnO^2$, que la naturaleza nos ofrece, aunque no con iguales caracteres físicos, constituyendo el mineral llamado *casiterita*.

Tratemos primeramente de la preparación del ácido metaantimónico $SbO^3H$. El doctor Miero, en el artículo consagrado al ácido nítrico, en su exposición magistral (que nos recuerda á Troost) de las propiedades de ese interesante cuerpo, dice en la página 195, que el *estaño* y el *antimonio* son transformados en *anhidridos ácidos* (entiendo que habrá querido decir después de la calcinación) con desprendimiento de NO, $N^2O$ ó $N^2$ y formación de $NO_3NH^4$. Esta reacción no la formula, como tampoco otros autores que escriben de química más extensamente. Vamos nosotros á llenar ese vacío, llevando en cuenta la producción posible de todos esos cuerpos.

Sea la ecuación simbólica de la reacción :



$$x \,.\, Sb + y \cdot NO^3H + z \,.\, H^2O = u \,.\, NO + v \,.\, N^2O +$$
$$+ w \,.\, N^2 + t \,.\, NO^3NH^4 + s \,.\, SbO^3H$$

$x = s$, ecuación del antimonio, Sb.
$y = u + 2v + 2w + 2t$, ecuación del nitrógeno, N.
$3y + z = u + v + 3t + 3s$, ecuación del oxígeno, O.
$y + 2z = 4t + s$, ecuación del hidrógeno, H.

Es pues, un sistema de *cuatro* ecuaciones con *ocho* incógnitas, y por tanto de los llamados *más que indeterminados.*

Escribamos de este otro modo las ecuaciones atómicas :

$$\mathrm{A}\left\{\begin{array}{lr} x - s = 0 & (1) \\ y - u - 2v - 2w - 2t = 0 & (2) \\ 3y + z - u - v - 3t - 3s = 0 & (3) \\ y + 2z - 4t - s = 0 & (4) \end{array}\right.$$

Eliminamos la $u$ entre (3) y (2); viene :

$$2y + z + v + 2w - t - 3s = 0.$$

El nuevo sistema equivalente es el B.

$$\mathrm{B}\left|\begin{array}{lr} y - u - 2v - 2w - 2t = 0 & (1) \\ \mathrm{B}'\left\{\begin{array}{l} x - s = 0 \\ y + 2z - 4t - s = 0 \\ 2y + z + v + 2w - t - s = 0 \end{array}\right. & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \\ (3) \end{array} \end{array}\right.$$

En el sistema reducido B′ eliminamos la $z$.

$$\begin{array}{lr} y + 2z - 4t - s = 0 & (2) \\ 4y + 2z + 2v + 4w - 2t - 6s = 0 & (3).2 \\ 3y + 2v + 4w + 2t - 5s = 0 & \end{array}$$

Compondremos el nuevo sistema equivalente C, escribiendo :

$$\mathrm{C}\left|\begin{array}{lr} y = u - 2v - 2w - 2t = 0 & (1) \\ 2y + z + v + 2w - t - 3s = 0 & (2) \\ \mathrm{C}'\left\{\begin{array}{l} x - s = 0 \\ 3y + 2v + 4w + 2t - 5s = 0 \end{array}\right. & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \end{array} \end{array}\right.$$

En el sistema reducido C′ eliminamos la $s$.

$$\begin{array}{lr} 5x - 5s = 0 & (1).5 \\ 3y + 2v + 4w + 2t - 5s = 0 & (2) \end{array}$$

$$5x - 3y - 2v - 4w - 2t = 0$$

ecuación final que escribiremos de este modo :

$$5x - 3y = 2v + 4w + 2t = k \qquad (a)$$

Esta ecuación se satisface si ponemos $x = 2k$, $y = 3k$.

De modo que substituyendo por $k$ su valor y escribiendo los valores generales de las incógnitas, estas serán :

$$x = 4v + 8w + 4t + 3m; \qquad y = 6v + 12w + 6t + 5m.$$

Ahora de la ecuación (1) de C′ se saca :

$$s = 4v + 8w + 4t + 3m.$$

De la primera ecuación de C sacamos la $u$.

$$u = y - 2v - 2w - 2t, \qquad u = (6v + 12w + 6t + 5m) -$$
$$- 2v - 2w - 2t = 4v + 10w + 4t + 5m.$$

De la (2) de C sacamos $z$.

$$z = 3s + t - v - 2w - 2y = 3\,(4v + 8w + 4t + 3m) +$$
$$+ t - v - 2w - 2\,(6v + 12w + 6t + 5m) \qquad z = - v - 2w + t - m.$$

Tenemos así las incógnitas $x$, $y$, $z$, $u$, $s$ expresadas en función de las restantes y de la indeterminada $m$.

$$x = 4v + 8w + 4t + 3m; \qquad y = 6v + 12w + 6t + 5m,$$
$$z = t - v - 2w - 2m; \qquad u = 4v + 10w + 4t + 5m,$$
$$v = v, \quad w = w, \quad t = t, \qquad s = 4v + 8w + 4t + 4m.$$

Deberíamos ahora ver si estos valores verifican las ecuaciones del sistema dado. Haremos gracia al lector de esa comprobación, afirmando que la hemos llevado á cabo con éxito.

Resta ahora determinar los límites de los valores de $m$, deducidos de la condición de ser positivos los de las incógnitas.

$$x > 0 \qquad 4v + 8w + 4t + 3m > 0 \qquad 3m > -(4v + 8w + 4t)$$

$$m > -\frac{4v + 8w + 4t}{3} = -\frac{2}{3}\,(2v + 4w + 2t)$$

$y > 0 \qquad 6v + 12w + 6t + 5m > 0 \qquad 5m > -(+6v + 12w + 6t)$

$$m > -\frac{6v + 12w + 6t}{5} = -\frac{3}{5}(2v + 4w + 3t)$$

$u > 0 \qquad 4v + 10w + 4t + 5m > 0 \qquad 5m > -\frac{2(v + 5w + 2t)}{5}$

$$m > -\frac{2}{5}(2v + 5w + 2t)$$

$z > 0 \qquad t - v - 2w - m > 0 \qquad -m > v + 2w - t;$

$$m < -v + 2w + t.$$

$$s > 0$$

Como $s = x$ resulta para $m$ el mismo límite que dió $x$.

Como de dos cantidades negativas, la *mayor* es la de *menor* valor absoluto, reduciendo á común denominador $-\frac{2}{3}$ y $-\frac{3}{5}$ inferimos que ésta última equivalente á $-\frac{9}{15}$ es mayor que la otra $-\frac{2}{3}$ equivalente á $-\frac{10}{15}$. Tendríamos pues la *inecuación :*

$$-\frac{10}{15}(2v + 4w + 3t) < -\frac{9}{15}(2v + 4w + 3t) \qquad (a)$$

ó

$$\frac{10}{15}(2v + 4w + 3t) > \frac{9}{15}(2v + 4w + 3t). \qquad (a')$$

Debiendo ser positiva la expresión de $z$, es necesario que $t \geqq v + 2w$.

Si provisionalmente ponemos $v + 2w = t$; $2v + 4w = 2t$, y de este modo la inecuación $(a')$ será

$$\frac{10}{15}(2t + 3t) > \frac{9}{15}(2t + 3t); \qquad \frac{10}{15} \cdot 5t > \frac{9}{15} \cdot 5t \qquad \text{ó} \qquad \frac{10}{3} > \frac{9}{3},$$

lo que es evidente.

Podríamos establecer otro inecuación valiéndonos del límite de $m$ para $z > 0$ y del correspondiente para $x > 0$, ó $u > 0$. El objeto de esas inecuaciones sería el eliminar una ó dos de las incógnitas á fin de determinar límites entre los cuales quedaran comprendidos sus valores. Pero esa tentativa no nos ha dado resultado; creemos que por no haber en ellas término constante, ó quizá por no conocer el procedi-

miento de análisis que lleve á los resultados apetecidos, en cuyo caso la culpa sería de nuestra ignorancia, y la tentativa de éxito seguro para un *analista* que no fuera un *dilettante químico matemático* como nosotros.

Pero lo que sí podemos hacer es determinar un límite inferior de los valores de $t$ para valores conocidos ó supuestos de $v$ y $w$.

Así, en la hipótesis de que $v$ y $w$ asuman los valores mínimos, $v = 1$, $w = 1$, será $t \geqq 3$. Si hacemos, por ejemplo, $t = 3$, la desigualdad $m < - v - 2w + t$, se convierte en $m < 0$, lo que indica que $m$ ha de ser negativo. Veamos ahora los límites de $m$ para las demás incógnitas y observemos si ellas comprenden los valores propios para hacer positivas las cantidades desconocidas.

Para $x > 0$,

$$m > -\frac{2}{3}(2 \,.\, 1 + 4 \,.\, 1 + 2 \,.\, 3) = -\frac{2}{3} \cdot 12 = -8; \qquad m > -8$$

Para $y > 0$,

$$m > -\frac{3}{5}(2 \,.\, 1 + 4 \,.\, 3 + 3 \,.\, 3) = -\frac{3}{5}\; 23 = -\frac{67}{5} = -13$$

aproximadamente $m > -13$.

Para $z > 0$,

$$m < -1 - 2 \,.\, 1 + 3 = 0, \qquad m < 0,$$

Para $u > 0$

$$m > -\frac{2}{5}(2 \,.\, 1 + 5 \,.\, 1 + 2 \,.\, 3) = -\frac{2}{5} \cdot 13 = -\frac{26}{5} = -5;$$

$$m >= -5.$$

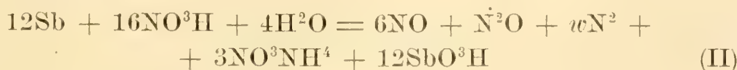
Para $s > 0$, $m$ tiene el mismo límite que para $x$.

Como $m$ debe ser $> -5$ y $< 0$ los únicos valores que podemos atribuir á $m$ son : $m = -1, -2, -3, -4, -5$.

Asignemos á $m$ el valor $-4$, y los valores de las incógnitas serán :

$v = 1$, $w = 1$, $t = 3$, $x = s = 4 \,.\, 1 + 8 \,.\, 1 + 4 \,.\, 3 - 3 \,.\, 4 = 12$;
$y = 6 \,.\, 1 + 12 \,.\, 1 + 6 \,.\, 3 - 5 \,.\, 4 = 16$; $z = 3 - 1 - 2 \,.\, 1 + 4 = 4$;
$u = 4 \,.\, 1 + 10 \,.\, 1 + 4 \,.\, 3 - 5 \,.\, 4 = 6$; $v = 1$, $w = 1$, $t = 3$, $s = 12$.

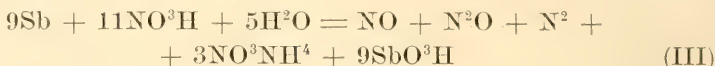
La reacción sería :



$$12Sb + 16NO^3H + 4H^2O = 6NO + \dot{N}^2O + wN^2 +$$
$$+ 3NO^3NH^4 + 12SbO^3H \qquad (II)$$

Pero si se desea obtener la reacción de mínimos coeficientes dentro del sistema de valores generales hallados para las incógnitas, pondremos en sus expresiones : $m = -5$. Así, será :

$$x = 9, \quad y = 11, \quad z = 5, \quad u = 1, \quad v = 1, \quad w = 1, \quad t = 3, \quad s = 9$$



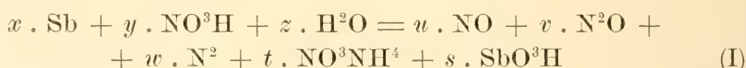
$$9Sb + 11NO^3H + 5H^2O = NO + N^2O + N^2 + $$
$$+ 3NO^3NH^4 + 9SbO^3H \qquad \text{(III)}$$

Claro está que si asignáramos á $m$ otro cualquiera de los valores convenientes, es decir, de los comprendidos entre $-1$ y $-5$, sin excluir á éstos, obtendríamos otros que satisfarían á la ecuación simbólica. De modo que la reacción podrá formularse de *cinco* maneras distintas para los valores fijos de $v = 1$, $w = 1$, $t = 3$; y se comprende que si cambiaramos los de estas últimas variables, podría formularse todavía de otros muchos modos. Surge, pues, naturalmente la pregunta : Entre estos variados modos de formular la reacción ¿ cuál es el verdadero? ¿ cuál el que manifiesta las proporciones relativas, en que dadas las cantidades reaccionantes, se producen las originadas por la reacción ?

Entendemos que, dado el estado actual del *análisis indeterminado, no puede* responder éste de una *manera categórica* á esa *interrogación.*

El análisis de esta especie tiene sus puntos débiles como los tiene toda creación humana; pero he descubierto que siguiendo otro orden en la eliminación de las incógnitas, puede á veces, llegarse á una determinación relativa de las variables, disminuyendo así la indeterminación del problema.

Tomemos de nuevo las ecuaciones atómicas de la reacción simbólica :



$$x \,.\, Sb + y \,.\, NO^3H + z \,.\, H^2O = u \,.\, NO + v \,.\, N^2O +$$
$$+ w \,.\, N^2 + t \,.\, NO^3NH^4 + s \,.\, SbO^3H \qquad \text{(I)}$$

$$A \left\{ \begin{array}{lr} x - s = 0 & (1) \\ y - u - 2v - 2w - 2t = 0 & (2) \\ 3y + z - u - v - \quad - 3t - 3s = 0 & (3) \\ y + 2z - 4t - s = 0 & (4) \end{array} \right.$$

Eliminamos la $v$ entre (2) y (3).

$$\begin{array}{lr} y - \quad - u - 2v - 2w - 2t = 0 & (2) \\ 6y + 2z - 2u - 2v \quad - 6t - 6s = 0 & (3)\,.\,2 \\ \hline 5y + 2z - u \quad + 2w - 4t - 6s = 0 & \end{array}$$

Formaremos el nuevo sistema equivalente B.

$$B \left| \begin{array}{llr} y - u - 2v - 2w - 2t & = 0 & (1) \\ B' \left\{ \begin{array}{l} x \qquad\qquad\qquad\qquad - s = 0 \\ y + 2z \qquad\qquad - 4t - s = 0 \\ 5y + 2z - u + 2w - 4t - 6s = 0 \end{array} \right. & & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \\ (3) \end{array} \end{array} \right.$$

Eliminamos la $t$ en B′ entre (2) y (3) resultando :

$$4y - u + 2w - 5s = 0.$$

El nuevo sistema equivalente es el C.

$$C \left| \begin{array}{llr} y - u - 2v - 2w - 2t & = 0 & (1) \\ y + 2z - 4t - s & = 0 & (2) \\ C' \left\{ \begin{array}{l} x \qquad\qquad - s \\ 4y - u + 2w - 5s \end{array} \right. & \begin{array}{l} = 0 \\ = 0 \end{array} & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \end{array} \end{array} \right.$$

En el sistema reducido C′ eliminamos la $s$.

$$4y - u + 2w - 5s = 0 \qquad (2)$$
$$5x \qquad\qquad - 5s = 0 \qquad (1)\,.\,5$$

$$5x - 4y + u - 2w = 0$$

ecuación final, que escribiremos así:

$$5x - 4y = 2w - u = k \qquad (a)$$

Se advierte que esa ecuación se verifica para $x = k$, $y = k$, es decir, para $x = 2w - u + 4m$, $y = 2w - u + 5m$, escribiendo ya los valores generales. $s = x = 2w - u + 4m$. De la 2 de C, sacamos : $2z - 4t = s - y = (2w - u + 4m) - (2w - u + 5m) - 2z - 4t = - m$; ó $4t - 2z = m$, $2t - z = \frac{m}{2}$. Como $\frac{m}{2}$ debe ser entero es necesario que $\frac{m}{2} = m'$, siendo $m'$ entera, luego $m = 2m'$. La ecuación última será por tanto $2t - z = m'$ (*b*), que se satisface por $t = m'$, $z = m'$, y de las que no escribimos los valores generales para evitar la introducción de una nueva indeterminada $n$, que no es aquí necesaria. La (1) de C nos permite obtener $v$.

$$2v = y - u - 2w - 2t = (2w - u + 10m') - u -$$
$$- 2w - 2\,.\,(m') = - 2u + 8m'; \qquad v = - u + 4m'7.$$

Tendremos pues las incógnitas expresadas en términos de $u$, $w$ y $m'$ como sigue :

$$x = 2w - u + 8m', \quad y = 2w - u + 10m', \quad s = 2w - u + 8m',$$

$$z = m', \quad u = u, \quad v = -u + 4m', \quad w = w, \quad t = m'.$$

Ahora, como las incógnitas deben ser positivas, pondremos :

$$x > 0, \quad 2w - u + 8m' > 0, \quad 8m' > u - 2w, \quad m' > \frac{1}{8}(u - 2w).$$

$$y > 0, \quad 2w - u + 10m' > 0, \quad 10m' > u - 2w, \quad m' > \frac{1}{10}(u - 2w)$$

$$z > 0, \quad m' > 0, \quad u > 0, \quad v > 0, \quad -u + 4m' > 0,$$

$$4m' > u, \quad m' > \frac{u}{4}$$

$$w > 0, \quad t > 0, \quad \text{implica} \quad m' > 0, \quad s > 0$$

da el mismo límite para $m$ que $x > 0$.

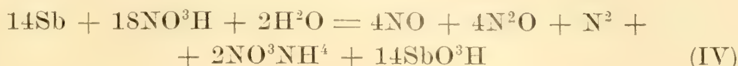
Desde luego se advierte que $m'$ debe ser *positiva*. Por otra parte el deber ser $m' > \frac{u}{4}$ y entera, arguye que $u$ no puede tener un valor inferior á 4, sino éste ó alguno de sus múltiplos. Por otra parte, el límite $m' > \frac{1}{8}(u - 2w)$, podría conducirnos á un valor relativo de $w$. Si supusiéramos $u = 4$, la expresión $m' > \frac{u}{4}$ sería $m' > 1$. Asignemos á $m'$ el valor 2, y substituyámoslo en el límite $m' > \frac{1}{8}(u - 2w)$; vendría $2 > \frac{1}{8}(4 - 2w)$; $16 > 4 - 2w$; $12 > -2w$; $6 > -w$; $-6 < w$; $w > -6$, lo que para poco nos vale, puesto que $w$ debe ser positivo y cuando menos igual á 1. Más si á $u$ le atribuimos el valor 24 dejando indeterminado á $m$ provisionalmente, la relación sería $m' > \frac{1}{8}(24 - 2w) = 3 - \frac{1}{4}w$, y como $m'$ debe ser entero, ha de serlo también $\frac{1}{4}w$, de modo que el mínimo valor para $w$ sería 4; $m'$ entonces, será $m' > 3 - 1 = 2$, $m' > 2$, y así la relación entre $u$ y $w$ sería por lo menos la de los números 24 y 4, 24 : 4, sin que ella excluya la de 24 : 8, pues este valor para $w$ (8) nos daría un valor apropiado para $m$.

Demos pues á $m$ el valor 2, á $w$ el 1 y á $u$ el 4, y obtendremos:

$$x = 2 \cdot 1 - 4 + 8 \cdot 2 = 14, \qquad y = 2 \cdot 1 - 4 + 10 \cdot 2 = 18,$$

$$z = 2, \quad u = 4, \quad v = -4 + 4 \cdot 2 = 4, \quad w = 1, \quad t = 2, \quad s = x = 14.$$

La reacción podría entonces formularse:



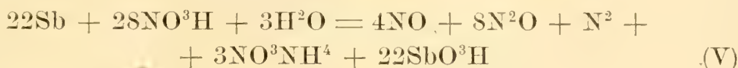
$$14Sb + 18NO^3H + 2H^2O = 4NO + 4N^2O + N^2 +$$
$$+ 2NO^3NH^4 + 14SbO^3H \qquad (IV)$$

Si introducimos también la condición hallada en el anterior sistema de valores de las incógnitas (1ª resolución) de ser $t \leqq 3$, ella, en el presente, exige que se ponga $m = 3$, y así los nuevos valores son:

$$x = 2 \cdot 1 - 4 + 8 \cdot 3 = 22, \qquad y = 2 \cdot 1 - 4 + 10 \cdot 3 = 28,$$

$$z = 3, \quad u = 4, \quad v = -4 + 4 \cdot 3 = 8, \quad w = 1, \quad t = 4, \quad s = x = 22.$$

Y tenemos la nueva fórmula química:



$$22Sb + 28NO^3H + 3H^2O = 4NO + 8N^2O + N^2 +$$
$$+ 3NO^3NH^4 + 22SbO^3H \qquad (V)$$

La comparación de las igualdades químicas (II) á (V), conduce á reflexiones que por lo menos son curiosas, cuando no útiles. Así la (II) dice que la proporción de agua en moléculas es el *cuarto* de las del *ácido nítrico,* y el *bióxido* se eleva á más *del tercio* de *él,* siendo poco más del *quinto* la del *nitrato de amonio.* En la (III) refiriéndonos siempre al *ácido nítrico* como *término de comparación,* la proporción de *agua* es casi la *mitad* de la del *ácido,* siendo la del bióxido del *undécimo* y la del *nitrato* de algo más del *cuarto.* En la (IV) la proporción del agua es el *noveno* de la del *ácido,* la del *bióxido* algo menos del *cuarto* y la del *nitrato* el *noveno.* En la (V) la proporción de agua es un poco menos del *noveno,* la del bióxido la *séptima* parte, la del *protóxido* doble de la del *bióxido* y la del *nitrato* igual á la del *agua.* Se observa, pues, que hay disparidad en los resultados. ¿Cuáles serán los más probables? Entiendo que han de ser los que produzcan mayor proporción de *óxido nítrico,* dada la concentración del ácido atacante, y discurriendo por analogía con lo que sucede para el *estaño.* Así, nos parecería aceptable la (II), aunque ponemos el reparo de ser.

Algo sobre la *pólvora de guerra.* Aunque los análisis practicados por diversos autores desde Busckofen y Schins hasta Berthelot y otros más modernos difieren notablemente, el examen del *humo* y de los *residuos* de la combustión inducen á admitir la formación, ó al menos la

tendencia á formarse, de los numerosos productos que indican estas fórmulas $SO^4K^2$, $CO^3K^2$, $CO^2$, $CO$, $N^2$, $S^2O^3K^2$, $SK^2$. Admitiendo que la composición de la pólvora está bien expresada por la fórmula usual $2NO^3K + 3C + S$, se pregunta ¿ cómo podría satisfacerse la ecuación que liga la constitución de la pólvora con los productos de su deflagración y residuos depositados en el alma de los fusiles ?

Partamos de la ecuación simbólica y deduzcamos las respectivas ecuaciones atómicas :

$$x\,[2NO^3K + 3C + S] = y\,.\,SO^4K^2 + z\,.\,CO^3K^2 + u\,.\,CO^2 + \\ + v\,.\,CO + w\,.\,N^2 + t\,.\,S^2O^3K^2 + s\,.\,SK^2$$

$2x = 2w$, ecuación del nitrógeno, N.
$6x = 4y + 3z + 2u + v + 3t$, ecuación del oxígeno, O.
$2x = 2y + 2z + 2t + 2s$, ecuación del potasio, K.
$3x = z + u + v$, ecuación del carbono, C.
$x = y + 2t + s$, ecuación del azufre, S.

$$\text{A}\left\{\begin{array}{lr}
x - w = 0 & (1)\\
6x - 4y - 3z - 2u - v - 3t = 0 & (2)\\
x - y - z - t - s = 0 & (3)\\
3x - z - u - v = 0 & (4)\\
x - y - 2t - s = 0 & (5)
\end{array}\right.$$

Eliminamos la $s$ entre (3) y (5) y sale : $- z + t = 0$. El nuevo sistema equivalente es el B.

$$\text{B}\left\{\begin{array}{lr}
x - y - z - t - s = 0 & (1)\\
\text{B}'\left\{\begin{array}{l}
x - w = 0\\
6x - 4y - 3z - 2u - v - 3t = 0\\
3x - z - u - v = 0\\
- z + t = 0
\end{array}\right. & \begin{array}{r}(1)\\(2)\\(3)\\(4)\end{array}
\end{array}\right.$$

En el sistema reducido B ′ eliminamos la $v$ entre (2) y (3); saldrá :

$$3x - 4y - 2z - u - 3t = 0.$$

El nuevo sistema equivalente será el C.

$$\text{C}\left\{\begin{array}{lr}
x - y - z - t - s = 0 & (1)\\
3x - z - u - v = 0 & (2)\\
\text{C}'\left\{\begin{array}{l}
x - w = 0\\
- z + t = 0\\
3x - 4y - 2z - u - 3t = 0
\end{array}\right. & \begin{array}{r}(1)\\(2)\\(3)\end{array}
\end{array}\right.$$

En el sistema reducido C′ eliminamos la $x$ entre (1) y (3).

$$\begin{array}{llr} 3x \qquad\qquad - 3w \qquad = 0 & & (1)\,.\,3 \\ 3x - 4y - 2z - u \qquad - 3t = 0 & & (2) \end{array}$$

$$4y + 2z + u - 3w + 3t = 0$$

El nuevo sistema más sencillo á que así llegamos es el D.

$$D \left\{ \begin{array}{lr} x - y - z - t - s = 0 & (1) \\ 3x - z - u - v = 0 & (2) \\ x - w = 0 & (3) \\ D' \left\{ \begin{array}{l} -z + t = 0 \\ 4y + 2z + u - 3w + 3t = 0 \end{array} \right. & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \end{array} \end{array} \right.$$

En el sistema reducido D′ eliminamos la $z$.

$$\begin{array}{lr} -2z \qquad + 2t = 0 & (1)\,.\,2 \\ 4y + 2z + u - 3w + 3t = 0 & (2) \end{array}$$

$$4y \qquad + u - 3w + 5t = 0$$

ecuación final.

$$4y - 3w = -u - 5t = -k \qquad (a)$$

Esta ecuación se satisface por $y = -k$, $w = -k$ luego los valores generales serán:

$$y = -u - 5t + 3m, \qquad w = -u - 5t + 4m.$$

Y á causa de la (3) de D será $x = w = -u - 5t + 4m$. De la (2) de D, llevando en cuenta la (1) de D′ sale:

$$v = 3x - z - u = 3x - t - u = 3\,(w) - t - u =$$
$$= 3\,(-u - 5t + 4m) - t - u = -4u - 16t + 12m.$$

De la (1) de D′ sale $z = t$. Falta deducir la $s$ que viene dada por la (1) de D.

$$s = x - y - z - t = (-u - 5t + 4m) -$$
$$-(-u - 5t + 3m) - t - t = m - 2t.$$

Tenemos así:

$x = -u - 5t + 4m;$ $\quad y = -u - 5t + 3m;$ $\quad z = t;$ $\quad u = u$

$v = -4u - 16t + 12m;$ $\quad w = -u - 5t + 4m;$ $\quad t = t;$ $\quad s = m - 2t.$

Como las incógnitas deben ser positivas, estableceremos esa condición poniendo

$$x > 0 \qquad -u - 5t + 4m > 0; \qquad 4m > u + 5t \qquad m > \frac{1}{4}(u + 5t)$$

$$y > 0 \qquad -u - 5t + 3m > 0; \qquad 3m > u + 5t \qquad m > \frac{1}{3}(u + 5t)$$

$$z > 0 \quad \text{implica ser} \quad t > 0, \quad u > 0$$

$$v > 0 \qquad -4u - 16t + 12m > 0$$

ó

$$-u - 4t + 3m > 0; \quad 3m > u + 4t; \quad m > \frac{u + 4t}{3}$$

$$w > 0 \qquad -u - 5t + 4m > 0$$

da el mismo límite para $m$ que $x$.

$$t > 0$$

implica que $t$ sea positiva (es una de las variables)

$$s > 8 \qquad m - 2t > 0 \qquad m > 2t.$$

Como en estas expresiones no se encuentran más que límites inferiores para $m$, no es posible precisar el valor que debemos asignarle, pero á causa de la expresión de $s > 0$, cualquier valor inferior á $2t$ sería conveniente. Pongamos pues $m = 3t$, por ejemplo. En tal virtud la relación $m > \frac{1}{3}(u + 5t)$, se convertiría en la igualdad ó desigualdad $3t = \frac{1}{3}(u + 5t$ ó $3t > \frac{1}{3}(u + 5t)$, de la que se deduce $9t > u + 5t$, $9t - 5t > u$, $4t > u$. Luego si á $t$ le asignamos el valor 1, á $u$ podrá asignársele el valor 3 ó 4, siendo entonces $m = 3$. Conviene dar á $u$ el valor 3 para evitar la desaparición de $y$. Tendremos, por tanto:

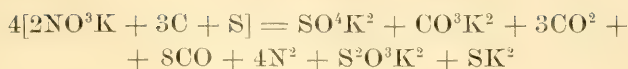
$$x = -u - 5t + 4m = -3 - 5 . 1 + 4 . 3 = 4;$$

$$y = -u - 5t + 3 . m = -3 - 5 . 1 + 3 . 3 = 1; \qquad z = t = 1;$$

$$u = 3; \quad v = -4u - 16t + 12m = -4 . 3 - 16 . 1 + 12 . 3 = 8;$$

$$w = -u - 5t + 4m = x = 4; \qquad t = 1; \qquad s = m - 2t = 1.$$

La igualdad química podría ser en tal caso:



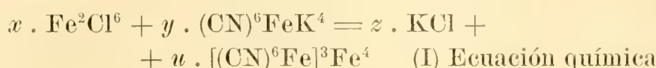
$$4[2NO^3K + 3C + S] = SO^4K^2 + CO^3K^2 + 3CO^2 + \\ + 8CO + 4N^2 + S^2O^3K^2 + SK^2$$

Para tener la seguridad de que esta relación expresa los fenómenos observados sería necesario que estuviese de acuerdo con los resultados obtenidos por el análisis químico.

Ahora bien, como estos últimos no son concordantes, como ya dijimos, cabe un tanto de incertidumbre respecto al valor de aquella igualdad. En lo que no hay duda es en que representa las *principales substancias* formadas, *unas*, y que tienden á formarse, *otras*, en este complicado proceso *químicofísico* en que intervienen *presiones, temperaturas, disociación* y *cambios de estado.*

### *Reacciones que dan origen á sistemas con más ecuaciones que incógnitas, siendo no obstante indeterminados*

1° *Azul de Prusia* $[(CN)^6Fe]^3Fe^4$. Se obtiene como sabemos vertiendo una solución de ferrocianuro de potasio en una sal férrica.



$$x \,.\, Fe^2Cl^6 + y \,.\, (CN)^6FeK^4 = z \,.\, KCl + \\ + u \,.\, [(CN)^6Fe]^3Fe^4 \qquad \text{(I) Ecuación química}$$

$$2x + y = 7u \qquad (1)$$
$$6x = z \qquad (2)$$
$$y = 3u \qquad (3)$$
$$y = 3u \qquad (4)$$
$$4y = z \qquad (5)$$

$2x + y = 7u$, ecuación del hierro, Fe.
$6x = z$, ecuación del cloro, Cl.
$6y = 18u$, ecuación del carbono, C.
$6y = 18\ u$, ecuación del nitrógeno, N.
$4y = z$, ecuación del potasio, K.

Como vemos las ecuaciones (3) y (4) son iguales.

Resolvamos el sistema en términos de $y$. Tenemos de la (3) $u = \frac{y}{3}$.

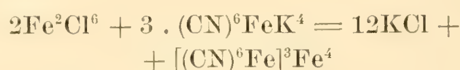
De la (5) $z = 4y$. De la (2) por comparación con la (5) $x = \frac{4}{6}y = \frac{2}{3}y$.

La (1) debe verificarse por los valores hallados. $2 \cdot \frac{2}{3}y + y = 7 \cdot \frac{7}{3}$;

$\frac{4}{3}y + \frac{3}{3}y = \frac{7}{3}y$ identidad. Para que los valores de las incógnitas sean enteros, basta poner $y = 3$; resulta en tal caso :

$$x = 2, \qquad y = 3, \qquad z = 4 \,.\, 3 = 12, \qquad u = 1$$

La ecuación será :



$$2Fe^2Cl^6 + 3 \,.\, (CN)^6FeK^4 = 12KCl + \\ + [(CN)^6Fe]^3Fe^4$$

Adoptando el símbolo Cy para el *cianógeno,* ya que no funcionan separadamente el carbono y nitrógeno que le constituye, hubiera podido escribirse una ecuación menos ; el sistema tendría cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas, que es á lo que al fin se redujo el anterior.

ANGEL PÉREZ.

*(Continuará.)*

## ÍNDICE GENERAL

DE LAS

# MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO SEPTUAGÉSIMOOCTAVO

---



## BIBLIOGRAFÍA



## SOCIOS ACTIVOS *(Conclusión)*

González Litardo, Donato.
González Litardo, Justo.
González, Agustín.
Granero, Miguel.
Gradin, Carlos.
Gregorina, Juan.
Gegorini, Juan A.
Grieben, Arturo.
Grianta, Luis.
Groizard, Alfonso.
Guido, Miguel.
Guglialmelli, Luis C.
Gutiérrez, Ricardo J.
Guesalaga, Alejandro.
Guerrero, Mariano A.
Hauman Merck, Lucien.
Harrington, Daniel.
Herzfeld, Raúl.
Hermitte, Enrique.
Herrera Vega, Marcelino.
Herrero, Ducloux E.
Henry, Julio.
Hicken. Cristóbal M.
Hileman, Guillermo.
Holmberg, Eduardo L.
Hoyo, Arturo.
Huergo, Luis A. (hijo)
Huergo, Eduardo.
Huergo, José M.
Hughes, Miguel.
Ibarra, Luis de.
Iribarne, Pedro.
Iribarne, Julio.
Isbert, Casimiro V.
Issouribehere, Pedro J.
Isnardi, Vicente.
Israel, Alfredo C.
Iturbe, Miguel.
Ivanissevich, Ludovico.
Jesinghaus, Carlos.
Jurado, Ricardo.
Kock, Víctor.
Klein, Hermán.
Kreusberg, Jorge.
Kurt Hossens, Carlos.
Laclau, Narciso C.
Lafone Quevedo, Samuel A.
Labarthe, Julio.
Lahille, Fernando.
Landeira, Pedro, V.
Laporte, Luis B.
Lara, Juan B.
Larreguy, José.
Larco, Esteban.
Lathan Urtubey, Augusto.
Latzina, Eduardo.
Laub, Jacobo J.
Lavarello, Pedro.
Lea, Allan B.
Ledesma, Pedro M.
Leguizamón, Pondal Mart^no^.
Lejeune, Luis M.
Lemos, Carlos.
Lepori, Lorenzo.
Leonardis, Leonardo de.
Lesage, Julio.
Letiche, Enrique.
Levylier, H. M.
Logarte, Ramón.
Lizer, Carlos.
López, Martín J.
Longobardi, Ernesto.
Lozano, Narciso, M.
Lozano, Nicolás.
Lugones, Arturo M.
Lucero, Octavio.
Luro, Rufino.
Ludwig, Carlos.
Lutscher, Andrés A.
Madrid, Enrique de.
Mégy, Luis A.
Magnin, Jorge.
Maligne, Eduardo.
Mallol, Emilio.
Mamberto, Benito.
Maradona, Santiago.
Marín, Plácido.
Marreins, Juan.
Marcó del Pont, E.
Marotta, Pedro.
Marino, Alfredo.
Martínez Pita, Rodolfo.
Marti, Ricardo.
Massini, Estéban.
Maupas, Ernesto.
Mattos, Manuel E. de.
Mazza, Aurelio F.
Mazza, Salvador.
Medina, José A.
Meoli, Gabriel.
Mercante, Victor.
Mercáu, Agustín.
Mermos, Alberto.
Merzwacher, Luis.
Meyer, Camilo.
Mignaqui, Luis P.
Millan, Máximo.
Molina y Vedia, Delfina.
Molina y Vedia, Adolfo.
Monge Muñoz, Arturo.
Molina, Waldino.
Molina Civit, Juan.
Morales, Carlos María
Moreno, Francisco P.
Moreno, Evaristo V.
Moreno, Josué F.
Morón, Ventura.
Möhring, Walther.
Mordeglia, Domingo.
Mormes. Andrés.
Morteo, Carlos F.
Mosconi, Enrique.
Mugica, Adolfo.
Narbondo, Juan L.
Nacher, Francisco.
Nágera, Juan José.
Navarro Viola, Jorge.
Natale, Alfredo.
Negri, Galdino.
Nelson, Ernesto.
Nelson, Enrique M.
Newton, Artemio R.
Niebuhr, Adolfo.
Nielsen Juan.
Newbery, Jorge.
Newbery, Ernesto.
Noceti, Domingo.
Nogués, Domingo.
Nougues, Luis F.
Nouguier, Pablo.
O'Connor, Eduardo.
Ochoa, Arturo.
Ojeda, José T.
Olmos, Miguel.
Olivera, Carlos E.
Oliveri, Alfredo.
Orcoyen, Francisco.
Orús, José M.
Orús, Antonio (hijo).
Otamendi, Eduardo.
Otamendi, Rómulo.
Otamendi, Alberto.
Otamendi, Gustavo.
Otamendi, Belisario.
Outes. Felix F.
Padilla, José.
Padilla, Isaías.
Paita, Pedro J.
Paitoví Oliveras, Antonio.
Palacio, Emilio.
Palet, Luciano.
Panelo, Estéban.

## SOCIOS ACTIVOS *(Continuación)*

Paoli, Humberto.
Paolera, Carlos M. della.
Parera Denis, Fortuno.
Parodi, Edmundo.
Pasman, Raúl G.
Pastore, Franco.
Paquet, Carlos.
Parckinson, Pedro P.
Paz, José M.
Pattó, Gustavo.
Pelosi, Elías.
Pelleschi, Juan.
Peralta Ramos, Enrique.
Pereyra, Emilio.
Pérez, Alberto J.
Pértile, José C.
Petersen, Teodoro H.
Pigazzi, Santiago.
Piana, Juan.
Piaggio, Antonio.
Pouyssegur, Hipólito B.
Podestá, Santiago.
Ponte, Federico N. del.
Pol, Víctor de.
Posadas, Carlos.
Puente, Guillermo A.
Pueyrredón, Carlos A.
Puiggari, Pío.
Puiggari, Miguel M.
Quiroga, Atanasio.
Quiroga, Modesto.
Rabinovich, Delfín.
Ranzenhoffer, Oscar.
Recagorri, Pedro S.
Rebuelto, Emilio.
Rebuelto, Antonio.
Retes, Antonio.
Repetto, Roberto.
Repetto, Nicolás.
Repossini, José.
Reyna Almandos, Luis.
Reyes, J. Miguel.
Riccheri, Pablo.
Risso Domínguez, Juan C.
Rivara, Juan.
Rivarola, Rodolfo.
Rodríguez, Aravena Santos.
Rodriguez de Vicente, Roman
Rodriguez Etchart, Carlos.
Rodríguez Larreta, Eduardo.
Roffo, Angel.
Roffo, Juan.
Rojas, Estéban C.
Rojas, Juan B.
Rom, Carlos A.
Romero, Julián.
Romero, Antonio.
Rossel Soler, Pedro A.
Rospide, Juan.
Rouge, Marcos.
Rubio, José M.
Rua, José M. de la.
Rumi, Tomás J.
Sabaría, Enrique.
Sabatini, Angel.
Sáenz Valiente, Eduardo.
Sáenz Valiente, Anselmo.
Sagastume, José M.
Sánchez Díaz, Abel.
Sánchez, Juan A.
Sánchez, Zacarías.
Sanromán, Iberio.
Santángelo, Rodolfo.
Segovia, Fernando.
Sáuze, Eduardo.
Sarhy, José S.
Sarhy, Juan F.
Saubidet, Alberto.
Scala, Augusto.
Schaefer, Guillermo F.
Schmiedel, O.
Seguí, Francisco.
Schneidewind, Alberto.
Selva, Domingo.
Sella, Federico.
Senet, Rodolfo.
Senillosa, Juan A.
Serra Renón, José.
Severini, Decio.
Silva, Angel.
Sires, Marcelo C.
Sirí, Juan M.
Soldano, Ferruccio.
Sordelli, Alfredo.
Sorkau, Walther.
Suárez, Eleodoro.
Spinetto, Silvio.
Spinedi, Hermenegildo F.
Storni, Segundo.
Sunblad Rosetti, Gustavo.
Tamini Crannuel, L. A.
Tarelli, Carlos A.
Tejeda Sorzano, Carlos.
Tello, Eugenio.
Tieghi, Segundo.
Thedy, Héctor.
Toledo, Enrique A. de.
Tornquist, Adolfo.
Torres Armengol, M.
Torre, Bertucci Pedro
Torrado, Samuel.
Traverso, Nicolás.
Ugarte, Trifón.
Uhart, Pedro.
Uriarte Castro, Alfredo.
Uriburu, Arenales.
Uriburu, David.
Vallebella, Colón B.
Vaccario, Pedro.
Vilar, Juan.
Valenzuela, Moisés.
Valentini, Argentino.
Valerga, Orente A.
Valiente Noailles, Luis
Valle Iberlucea, Enrique del
Varela, Rufino (hijo).
Vassalli, Miguel E.
Vasquez de Navoa, Vicente.
Velasco, Salvador.
Vernengo, Roberto E.
Vico, Domingo.
Vignau, Pedro T.
Vidal, Antonio.
Videla, Baldomero.
Villanova Sanz, Florencio.
Virasoro, Valentín.
Vivot, Eduaro.
Volpatti, Eduardo.
Volpi, Carlos A.
Vucetich, Juan.
Wauters, Carlos
Windhausen, Anselmo.
Widakovich, Víctor.
Wernicke, Roberto.
Wernicke, Raúl.
White, Guillermo.
White, Guillermo J.
Wollenweide, Albino.
Zakrzewski, Bernardo.
Zamboni, Agustín.
Zamudio, Eugenio.
Zappi, Enrique V.
Zemborain, Saturnino (hijo).
Zelada, José.
Zuberbühler, Carlos E.
Zuleta, Enrique.

